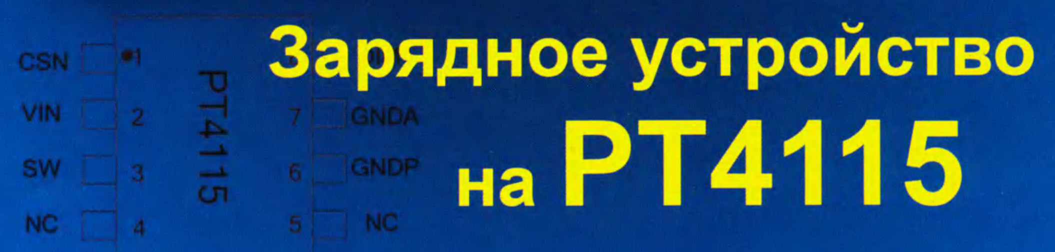
www.radio.ru

10•2019

РАДИО

АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ



Зарядное устройство на PT4115

- *УЗЧ для головных телефонов*
- *Дистанционный термометр для бани*
- *Пробник для светодиодов*
- *Сферробот и танк на Arduino*

...и ещё 14 конструкций



ISSN-0033-765X



История корпорации LG и производство продуктов компании на заводе "ЛГ Электроникс Рус"

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог Ростовской обл.

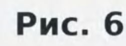
(см. статью на с. 7)

Рис. 5

Автомат установки компонентов NXT III на заводе LG Electronics Rus.

Установочная головка H24.

Замена установочной головки.



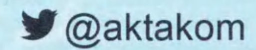


Автоматизированный оптический 3D-контроль качества пайки компонентов на заводе LG Electronics Rus.

ТОКОВЫЕ КЛЕЩИ превосходный выбор



www.aktakom.ru



АКТАКОМ






АТК-2103

Измерение токов до 2000 А

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,1...2000 А
- Измерение малых токов от 0,1 мкА
- Базовая погрешность: 1,2%
- Встроенный мультиметр



АСМ-2311

Большой охват магнитопровода

- Измерение переменного тока до 1000 А
- Измерение постоянного и переменного напряжения до 1000 В
- Измерение ёмкости до 100 мкФ

АСМ-2368

Универсальность и многофункциональность

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,1...1000 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: 1 мВ...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%
- Компактный размер



АТК-2200

Измерение мощности в одно- и трехфазных сетях до 1200 кВт

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,1...2000 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: 0,1...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%





АТК-2104

Регистрация пиковых значений

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,1...1000 А
- Измерение активной (до 600 кВт) и полной мощности в одно- и трехфазных сетях
- Базовая погрешность: 2,0%



АСМ-2353

Беспроводной интерфейс для связи с ПК

- Измерение переменного тока: 0,1...1000 А
- Измерение переменного напряжения: 0,1...750 В
- Базовая погрешность: 2,0%
- Измерение мощности до 750 кВт





АСМ-4012

Измерение сопротивления заземления от 0,001 Ом

- Измерение переменного тока: 1 мА...30 А
- Базовая погрешность: 1,0%
- Скорость измерения: 1 изм/с
- Автоматический выбор диапазона

АТК-2035

Бюджетный вариант токовых клещей-мультиметров

- Измерение переменного тока до 1000 А
- Измерение постоянного (до 1000 В) и переменного (до 700 В) напряжения
- Измерение сопротивления, ёмкости и частоты



АСМ-2056

Бесконтактный датчик напряжения

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,1...1000 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: 0,1 мВ...600 В / 1 мВ...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%
- Большой дисплей

Большинство приборов в Государственном Реестре средств измерений!



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА ***www.eliks.ru***



В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Зарядное устройство на микросхеме PT4115 (см. статью на с. 31).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ ЛАМПОВЫЙ УМЗЧ
СЕНСОРНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ДЛЯ ЛЮСТРЫ
РЕЧЕВОЙ КАБЕЛЬНЫЙ ПРИБОР
ЭЛЕКТРОННЫЙ КОММУТАТОР ЗАЖИГАНИЯ

Тираж журнала «Радио» № 9 сдан для рассылки подписчикам 05.09.2019 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication 12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 23.09.2019 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 03516-19



5G, которое можно потерять

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Я любил, и меня любили, но это никогда не совпадало по времени".

(Фредерик Бегбедер, французский писатель)

Как справедливо отмечают специалисты, сети мобильной связи очередного пятого поколения (5G) не только позволят предоставлять ещё большие скорости передачи данных с меньшими задержками, но, прежде всего, предназначены для подключения всего сущего в лице многоликого Интернета вещей (IoT — Internet of Things). В ближайшие годы и десятилетия ожидается взрывной рост числа всевозможных датчиков и устройств (от браслетов до пылесосов и от "умных" домов до "умных" стран), подключённых к Интернету, когда на каждого "живого" мобильного пользователя будут приходиться сотни, если не тысячи "неживых". Потребление мобильного трафика растёт на 50 % в год, и в 2019 г. ожидается, что в среднем один пользователь мобильной связи на планете будет потреблять 4 Гб мобильного трафика в месяц. Впрочем, несмотря на начинающийся запуск сетей 5G, в течение нескольких следующих лет основную нагрузку по передаче трафика будут нести сети 4G, а новую инфраструктуру 5G ещё только предстоит создать.

Строго говоря, ни сетей, ни даже полноценного стандарта 5G ещё нет, о чём уже рассказывалось на страницах нашего журнала. Какими будут оборудование и программное обеспечение сети, соответствующие стандарту IMT-2020, который в настоящее время разрабатывается Международным союзом электросвязи (МСЭ), будет ясно уже скоро. Первичные требования к стандарту были опубликованы группой МСЭ ещё в 2015 г. До 2020 г., когда будет завершено формирование окончательных требований, именно эта спецификация задаёт основные требования для стандартов мобильной связи пятого поколения: пиковые скорости сетей 5G — до 20 Гбит/с (до 100 Мбит/с на пользователя); задержки передачи сигнала 5G — 1 мс; рост эффективности оборудования до 100 раз по энергетической эффективности и до трёх раз — по спектральной; рост плотности соединений — до 1 млн км^2 и передаваемого ими трафика — до 10 Мбит/с на 1 м^2, способность работать при перемещении абонентской станции на скоростях до 500 км/ч. Помимо этого, под сети 5G разрабатываются и другие стандарты. В частности, стандарт МСЭ Y.3172 описывает архитектурную структуру для сетей, чтобы приспособить текущие, а также будущие варианты использования машинного обучения с целью оптимизации сетевых операций, повышения энергоэффективности и сокращения затрат на эксплуатацию сети. В общем, локомотив всемирной индустрии мобильной связи продолжает набирать ход и движется без остановок.

Конечно, всё это хорошо, и есть радужные перспективы, но для начала нужна всё-таки соответствующая сетевая инфраструктура 5G в национальном масштабе, которая потенциально может использовать радиодиапазон от 400 МГц до 80 ГГц. Вопрос использования радиочастот, пожалуй, самая важная и самая болезненная часть проблемы внедрения сетей 5G. В целом для сетей 5G пока предусмотрены три диапазона частот:

— нижний диапазон (менее 1 ГГц, например, 600 или 700 МГц) будет использоваться для повышения покрытия сети в малонаселённой местности;

— средний диапазон (его традиционно называют C-band, изначально он использовался спутниковой связью, 1...6 ГГц) — основа сетей 5G, дающая тот самый гигабит в секунду, но его возможности ограничены зоной действия в 500 м;

— миллиметровый диапазон 26... 38 ГГц — в нём можно достичь скоростей до 20 Гбит/с на дальности до 100 м.

А что с этим происходит у нас?

Весной 2019 г. Минобороны дало отрицательный отзыв на проект "Концепции развития и создания сетей пятого поколения в России", разработанный в Минкомсвязи, где было предусмотрено использование диапазона частот 3,4...3,8 ГГц. Также Минобороны в отзыве просит не торопиться использовать диапазоны, не упомянутые в прошлогоднем решении Госкомиссии по радиочастотам (4,8...4,99 ГГц и 27,1...27,5 ГГц). Впрочем, возможно, проявленный недавно интерес России и КНР к развитию сотрудничества в создании сетей 5G и развитию отечественной индустрии мобильной связи поможет преодолеть радиочастотные барьеры. Ведь сети надо будет как-то развёртывать. Тем более, что президентом России поставлена задача локализации и трансфера ИКТ. Конечно, чтобы запустить сети 5G, можно провести рефарминг (процедура замены) тех частот, которые уже используются операторами для 2G, 3G и 4G. Хотя этот ресурс не кажется таким уж большим, ведь для 5G нужны широкие полосы.

В июне 2019 г. на ПМЭФ в Санкт-Петербурге компания МегаФон совершила первый в России международный звонок в сетях 5G. Этот звонок, открывающий новый виток развития телекоммуникаций в нашей стране, повторил историческое событие 1992 г., когда первый мэр Санкт-Петербурга Анатолий Собчак впервые в истории отечественной мобильной связи пообщался со своим коллегой из Сиэтла по сети NMT-450. Но это, разумеется, лишь небольшой штрих к общей картине, потому что пилотные зоны и коммерческие сети — это, как говорят в Одессе, две большие разницы.

В начале июня российский сотовый оператор МТС и китайская компания Huawei подписали соглашение о развитии технологии 5G и пилотных запусках в России сетей пятого поколения в 2019 г. и 2020 г.

В конце июня рабочая группа по цифровым технологиям при АНО "Цифровая экономика" одобрила дорожную карту по беспроводным технологиям, согласно которой к 2024 г. появится 25 пилотных зон 5G, созданных на основе отечественного оборудования.

В июле Ростех, Ростелеком и Правительство РФ подписали трёхстороннее соглашение о намерениях совместного развития в России беспроводной связи 5G. Соглашение определяет направления развития, которые входят в зону ответственности каждого из участников. Основным механизмом станет дорожная карта, которую разработают Ростех и Ростелеком. Затем они представят её в правительство России.

Также появилась национальная программа по достижению технологической независимости страны к 2024 г., сформированная силами Ростеха и Сколтеха. "Пятилетка локализации" нацелена, прежде всего, на производство оборудования для сетей 5G, что само по себе является для России революционным событием, потому что до этого момента индустрии мобильной связи в России фактически не было. Программа, разработанная Сколтехом в сотрудничестве с Ростехом, предполагает, прежде всего, создание архитектуры и компонентной базы системы, которая будет минимально уязвима к любым возможным санкционным ограничениям. Однако все планы по локализации производства пока подвешены в воздухе, потому что должны быть синхронизированы с выдачей операторских лицензий на частоты для строительства сетей 5G. Пока никто не в состоянии предсказать, когда будет выделен ресурс и в каких участках спектра, хотя кое-какая информация уже есть.

В середине лета Государственная комиссия по радиочастотам (ГКРЧ) в очередной раз отказала операторам связи в выделении полосы радиочастот в диапазоне 3,4...3,8 ГГц для тестирования сетей мобильной связи пятого поколения (5G). В Минкомсвязи выразили сожаление по поводу того, что вопрос с высвобождением под 5G этого диапазона до сих пор не решён, и высказали опасения, что в случае затягивания вопроса 5G в России может появиться позже, чем, к примеру, в Тропической Африке.

В свою очередь, президент РФ наложил резолюцию "Согласен" на письмо Совета безопасности с отрицательной позицией по выделению частот 3,4...3,8 ГГц для развития сетей 5G в России, о чём писали "Ведомости". Ещё в апреле вице-премьер Максим Акимов просил Путина поручить расчистку диапазона 3,4...3,8 ГГц для 5G. По его словам, главные пользователи диапазона — Минобороны и Роскосмос. В свою очередь, Минобороны весной в своём отзыве на ранее предложенную Минкомсвязи концепцию развития 5G указало, что выдавать операторам частоты в 3,4...3,8 ГГц "пока рано".

Диапазон частот 3,4...3,8 ГГц во всём мире считается наиболее перспективным для строительства сетей 5G, и многие страны (их уже десятки) выделили или собираются выделить радиочастоты в этом диапазоне. Под этот диапазон уже производят и оборудование. Другое дело, что достаточного количества радиочастот ниже данного диапазона уже не осталось, поэтому приходится довольствоваться началом сантиметрового диапазона. При этом стоит учитывать, что минимальная свободная полоса для каждого из операторов должна быть не менее 100 МГц. Если будет меньше, то ценность продукта, которую даёт технология, сильно снижается, скорости не будут высокими, задержки увеличатся. Как известно, чем выше частота радиосигнала, тем больше его затухание и тем меньше его проникновение в различные строения. Выход лишь один — увеличивать число базовых станций, а это немалые деньги с учётом того, что базовые станции ещё надо подключить к транспортной сети. В общем, в диапазоне 3,4...3,8 ГГц индустрия мобильной связи видит необходимый консенсус между количеством, качеством и стоимостью сетей 5G.

Кстати, операторы отечественной "Большой четвёрки" давно просят выделить эти частоты, но ГКРЧ в который раз им отказывает. Также компания МегаФон получила отказ на выделение полосы в диапазонах 3,481...3,498 ГГц и 3,581...3,6 ГГц для проведения эксперимента в Москве, Петербурге, Выборге, Всеволожске и Кингисеппе. Ростелеком также подавал заявку на частоты 3,4...3,44 ГГц, 3,44...3,45 ГГц, 3,5...3,54 ГГц и 3,54...3,55 ГГц и тоже получил отказ. Компания Tele2 не подавала заявку на частоты 3,4...3,8 ГГц, так как проект по запуску 5G рассчитывает развивать совместно с Ростелекомом. Зато компании Tele2 отказано в выделении полос радиочастот 452,5...457,5 МГц и 462,5...467,5 МГц для проведения испытаний на территории Брянской, Калужской и Липецкой областей.

Во многих странах уже не только выделены частоты, но и запущены полноценные коммерческие сети, например, в Южной Корее уже более 1,6 млн пользователей 5G. И сегодня экосистемы большинства мировых поставщиков оборудования 5G настроены преимущественно на диапазон 3,4...3,8 ГГц. При этом частоты 5G нужны отечественным игрокам в первую очередь, чтобы разгрузить существующие сети операторов от постоянно растущего трафика, кстати, одного из самых дешёвых в мире. Чтобы не терять конкурентоспособность при сохранении столь же доступных цен, операторам нужны частоты, на которые уже сегодня ориентированы основные мировые производители. Иначе оборудование будет существенно дороже или его вообще не будет.

Если иметь в виду перспективы ближайших пяти лет, основным применением 5G будет разгрузка перегруженных в крупных городах сетей 4G/LTE, чтобы сохранить приемлемое для потребителей качество предоставляемых услуг, прежде всего, широкополосного доступа в Интернет. Поэтому вопрос о выборе частот (3,4...3,8 или 4,4...4,99 ГГц) стоит столь остро.

В целом отказ в выделении операторам частот в диапазоне 3,4...3,8 ГГц в целях проведения пилотных проектов в отдельных регионах однозначно повлечёт за собой отставание России в развитии коммерческих сетей 5G в массовом сегменте и поставит под сомнение успешную реализацию нацпрограммы "Цифровая экономика". Собственно, это понимает и регулятор — Минкомсвязи. Из-за дефицита частот он теперь предлагает ключевым диапазоном для создания сетей 5G в России выбрать диапазон 4,4...4,99 ГГц, непопулярный в большинстве стран, за исключением Китая и Японии. Это означает, что зарубежного оборудования, работающего в



данном диапазоне, в ближайшие годы не будет, потому что вся мобильная индустрия в данный момент ориентирована не на эти частоты. Поэтому пока непонятно, насколько будет реализована прямая и обратная совместимость между разными частотными диапазонами, будут ли чипсеты в популярных абонентских устройствах поддерживать оба стандарта или потребуется отдельный терминал для выезда за границу, так как домашний работать не будет, и хватит ли просто перенести частотный диапазон или потребуется адаптация конкретных приложений.

Развёртывать сеть 5G для обеспечения широкого охвата в городах в полосе около 5 ГГц обойдётся как минимум в полтора раза дороже в сравнении с диапазоном 3,4...3,8 ГГц, а субмиллиметровый (25...28 ГГц) и миллиметровый (более 30 ГГц) диапазоны вообще не предназначены для этих целей (их удел — покрытие бизнес-центров и других мест массового скопления потенциальных абонентов). Если же вести речь о покрытии страны, то наиболее целесообразно было бы использовать радиочастоты менее 1 ГГц, причём диапазон 600...700 МГц — наиболее "удачный" с точки зрения охвата таких обширных стран, как Россия. Однако этот диапазон дециметрового эфирного ТВ-вещания в настоящее время защищён от перепрофилирования под другие нужды Указом президента РФ, и потому для его высвобождения под мобильный Интернет нужно политическое решение.

Собственно, отказ от диапазона 3,4...3,8 ГГц приведёт к негативным последствиям для российского телеком-рынка. Если этот диапазон радиочастот будет использоваться везде, кроме России, то территория нашей страны выпадет из глобального роуминга 5G, что станет серьёзным репутационным ударом по отечественным операторам и их капитализации. Следовательно, операторы потеряют часть доходов и прибылей от международного роуминга, особенно в основных туристических и бизнес-центрах с большим притоком иностранцев. Впрочем, не будет доходов и от новых услуг, создаваемых специально для экосистемы 5G, как, впрочем, и самой экосистемы. Страна также может лишиться зарубежных разработок, которые уже есть и готовы к коммерческой эксплуатации.

Поставщики обещают, что до конца 2019 г. на мировом рынке появится четыре чипсета для терминального оборудования 5G, способных работать в диапазонах 2,6/3,5/4,9 ГГц. К таким относятся Balong 5000 от Huawei, Snapdragon X50 от Qualcomm, Exynos 5100 от Samsung и Helio M70 от Mediatek.

Ключевой проблемой для полосы 4,4...4,99 ГГц станет малое число моделей смартфонов, их неприспособленность к существующим европейским полосам радиочастот и, как следствие, очень низкое проникновение таких терминалов среди российских абонентов. Если обратиться к семейству смартфонов 5G, то в скором времени начнут продаваться сначала премиальные, потом и более дешёвые с поддержкой диапазона 3,4...3,8 ГГц. Но в нашей стране они не будут пользоваться ожидаемым спросом из-за того, что для обычного человека переплачивать за технологию, которой в России нет, нецелесообразно. Смартфоны с поддержкой диапазона 4,4...4,99 ГГц появятся позже и, разумеется, будут представлены намного меньшим количеством моделей. В основном это будут устройства, разработанные для китайского рынка, с соответствующими проблемами открытых частотных диапазонов и ПО. Устройства в диапазоне 4,5 ГГц если и будут развиваться, то только в интересах оператора China Mobile. При этом на ближайшие годы этот крупнейший в мире оператор уже решил внедрять 5G в полосе частот 2,515...2,675 ГГц и не торопится с использованием диапазона 4,4...4,99 ГГц. Ну а без новых абонентских терминалов и прибылей, генерируемых ими, возврат инвестиций в строительство сетей обеспечить не получится. Если на руках у абонентов практически нет смартфонов, то нет смысла строить и сети.

Всё вышеперечисленное неизбежно приведёт к резкому снижению мотивации операторов мобильной связи по внедрению технологии 5G, пока не решится вопрос использования полосы 3,4...3,8 ГГц, а также ещё более низких частот в диапазоне 600...700 МГц, пригодных для качественного покрытия вне и внутри зданий.

Стоит напомнить, что органы стандартизации 5G (в частности, 3GPP) и индустрия мобильной связи классифицировали примеры использования будущего "полноценного" стандарта 5G — Standalone 5G (SA) — таким образом, чтобы они попадали в один из трёх следующих сегментов:

— **eMBB (Enhanced mobile broadband)** — усовершенствованная мобильная широкополосная связь для ресурсоёмких приложений, таких как высокоточные технологии дистанционного восприятия, телемедицина и дистанционная хирургия;

— **mMTC (Massive machine type communications)** — массовые машинные коммуникации для быстрорастущих, высокообъёмных, плотных узлов/приложений Интернета вещей, таких как, например, смарт-измерения, интеллектуальные здания, "умные" города и учёт материальных ценностей;

— **URLLC (Ultra-reliable and low latency communications)** — ультранадёжные коммуникации с малым временем задержки для критически важных услуг, таких как автономные транспортные средства (здесь крайне важно надёжное радиопокрытие на всей протяжённости движения), здравоохранение, промышленная автоматика.

В последнем сегменте следует обратить особое внимание на слова "надёжное радиопокрытие", потому что в противном случае от всяческих автономных транспортных средств, вроде беспилотных авто или дронов, лучше держаться подальше.

Что касается диапазона 3,4...3,8 ГГц, он как раз и предназначен для расширения покрытия, наращивания ёмкости сетей мобильной передачи данных для сценариев использования 5G категории eMBB, а также некоторых сценариев категорий URLLC и mMTC (без глубокого покрытия). Отсутствие данного диапазона на начальном этапе развития сетей 5G отразится на возможности расширения используемого радиочастотного ресурса с повышенной спектральной эффективностью и, соответственно, на скорости передачи данных и стоимости трафика для операторов. Получается, ещё сосна не выросла, а мы свой сучок уже рубим? Впрочем, всё равно оборона страны всегда будет в приоритете. Так что же делать?

Во-первых, похоже, не всё ещё потеряно, и отдельные частоты в диапазоне 3,4...3,8 ГГц, которые в России выделены под спецсвязь, в крупных городах могут быть переданы для 5G, как сообщил в начале осени в интервью газете "Ведомости" вице-премьер Юрий Борисов: "Но это не будет носить массовый характер, мы пойдём на это, чтобы не сдерживать внедрение 5G и опытную эксплуатацию". Быть может, поэтому в крупных городах будет таки "нормальная" сеть 5G.

Во-вторых, в текущем году Минкомсвязи будет проводить научно-исследовательскую работу по теме "Подготовка проекта плана конверсии радиочастотного спектра в интересах внедрения технологии 5G/IMT-2020 в РФ". Результаты данной НИР должны появиться в конце года. Среди прочих полос радиочастот анализ коснётся диапазона 2,6 ГГц, который используется для сетей 4G/LTE и позволит обеспечить ещё более эффективное покрытие (в том числе и внутри зданий). К диапазону 2,6 ГГц относятся три радиочастотные полосы, стандартизированные 3GPP для сетей 5G. Среди них n7 (2500...2570 МГц (UL) и 2620...2690 МГц (DL), который выделен в России для сетей LTE FDD), n38 (2570...2620 МГц (TDD), который выделен в России для сетей LTE TDD) и n41 (2496...2690 МГц (TDD), не представленный в России). Тому есть свои причины.

В апреле 2019 г. Департамент политики в сферах экономики, науки и качества жизни генерального директората по внутренней политике Европарламента выпустил отчёт "Развитие 5G: положение дел в Европе, США и Азии" **<https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL_IDA(2019)631060_EN.pdf>**, в котором, в частности, отмечается, что наряду с тремя участками спектра (600...700 МГц, 3...5 ГГц и более 20 ГГц), которые для 5G рассматривают многие страны, в КНР сделали ставку и на диапазон 2,6 ГГц, что может оказать большое влияние и на другие страны. Так почему бы и нам, как говорится?

Другое дело, что для диапазона 2,6 ГГц в настоящее время мало поставщиков готовы поставлять терминальное оборудование. Согласно опубликованному в августе 2019 г. отчету GSA "5G device ecosystem", пока лишь две компании предлагают абонентские терминалы для работы в диапазоне 2,6 ГГц. В свою очередь, какие-либо массовые серийные поставки термина-

лов с поддержкой 5G для диапазона 2,6 ГГц можно ожидать не раньше, чем через пару лет.

А тем временем, пока во всём мире только начинают разворачивать сети 5G, лидеры рынка уже работают над следующим поколением сетей мобильной связи. Как сообщают СМИ, лаборатория Huawei Labs в Оттаве уже начала работу над технологиями, связанными с 6G. Подробностей пока нет, но, само собой, речь идёт о каких-то первичных вопросах. К примеру, ожидается, что скорости передачи информации достигнут 1 Тбит/с и даже отпадёт необходимость носить гаджет, который управляет другими гаджетами, потому что всё вокруг, от холодильников до кирпичей в стене станет "умным". Впрочем, компания Huawei ранее утверждала, что до 2030 г. сети 6G готовы не будут, так что впереди у компании ещё минимум десяток лет исследований и разработок. К примеру, над технологиями 5G компания начала работать ещё в 2009 г.

Ну а наши взялись за 5G в 2019-м. В общем, всё у нас ещё впереди.

Правда, в 5G есть ещё нюанс. Как сообщило бельгийское издание Brussels Times, планы реализации пилотного проекта по предоставлению высокоскоростного беспроводного Интернета 5G в столице ЕС приостановлены. Дело в том, что бельгийское правительство заключило соглашение с тремя операторами связи, которое подразумевало смягчение строгих норм безопасности, принятых в Брюсселе. Понятно, что данное смягчение должно было упростить покрытие города за счёт увеличения излучаемой мощности. Но как оказалось, на сегодняшний день изучить в достаточной мере излучение базовых станций 5G (не в пилотной, а в рабочей сети) и его опасность для граждан пока не представляется возможным. "Я не могу одобрить какую бы то ни было технологию, будь то 5G или нет, если не соблюдаются нормы радиационной безопасности, которые разработаны для защиты граждан", — прокомментировала министр окружающей среды Селин Фремо, — "Жители Брюсселя не подопытные животные, здоровьем которых можно торговать ради получения прибыли. Мы должны во всём тщательно разобраться". Посему вопрос отложен. Из сказанного следует, что абонентские терминалы 5G также могут представлять определённую опасность, поскольку зона обслуживания базовой станции определяется не мощностью её передатчика, а мощностью излучения абонентских терминалов. А её ведь тоже захочется увеличить.

Может, у нас не всё так уж и плохо?...

По материалам ***tass.ru, vz.ru, RSpectr.com, comnews.ru, kommersant.ru, ria.ru, ixbt.com, connect-wit.ru, gagadget.com, vestnik-sviazy.ru***

LG

Производство радиоэлектронной аппаратуры и бытовой техники в России. История корпорации LG и производство продуктов компании на заводе "ЛГ Электроникс Рус"

***Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ**, г. Таганрог Ростовской обл.*

В январском номере журнала за 2019 г. была опубликована статья о российском заводе компании Samsung в Калужской области и его продукции. В предлагаемой вниманию читателей статье речь идёт ещё об одном успешном корейском предприятии в России. Здесь также рассказывается о становлении и развитии одного из крупнейших мировых производителей потребительской электроники и бытовой техники LG Electronics, отметившего в 2018 г. 60-летний юбилей.

Компания LG Electronics входит в более крупное объединение LG Group. Подобные объединения называют чеболями (южнокорейские финансово-промышленные группы). В январе 1947 г. предприниматель в области химической промышленности Ку Ин-Хвэ (Koo In-Hwoi, 1907—1969 гг., **рис. 1**) зарегистрировал в Сеуле небольшую фирму Lak Hui Chemical Industries (в настоящее время LG Chem) по выпуску бытовой химии и косметических средств, первым продуктом фирмы стал крем для лица. В 1954 г. компания начала производить отбеливающую зубную пасту под названием Lucky, ставшую настолько популярной, что так стали называть любую зубную пасту в Корее.

Однако интересы Ку Ин-Хвэ выходили за рамки химической промышленности и в 1958 г. при поддержке президента Республики Корея была основа компания GoldStar Co., Ltd для производства бытовой техники, электроники и полупроводниковых приборов. В настоящее время в группу LG входят десятки различных компаний и организаций, причём их названия не обязательно начинаются с аббревиатуры LG. Деятельность группы сосредоточена в основном в трёх направлениях — электроника, химия и телекоммуникации.

60 лет назад (в 1959 г.) с конвейера компании сошёл первый выпущенный в Корее транзисторный приёмник GoldStar A501. Это был двухдиапазонный супергетеродин (СВ 500—1600 кГц, СВ/КВ 0,5—16 МГц) с сетевым питанием. В 60—70-е годы компания непрерывно развивалась и осваивала производство всё новых продуктов, в 1961 г. выпущен первый в Корее автомобильный телефон, в 1965 г. — первый в стране холодильник, в 1966 г. — первый чёрно-белый телевизор, в 1967 г. — первый в Корее АМ/ЧМ радиоприёмник и первый домашний кондиционер, в 1969 г. — первая в Корее стиральная машина, в 1970 г. — первый корейский кассетный магнитофон, а первый цветной телевизор под маркой GoldStar выпущен в 1977 г.



Рис. 1

После смерти в 1969 г. Ку Ин-Хвэ компанию возглавил его сын Ку Ча-Кюн

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2019

(Koo Cha-Kyung), а группа компаний получила новое название Lucky Group (с 1983 г. Lucky GoldStar Group). 80-е годы стали для компании десятилетием видеотехники, компьютеров и микропроцессоров, в 1981 г. совместно с Hitachi разработан первый корейский видеомагнитофон, ставший самым продаваемым на азиатском рынке. В 1982 г. разработаны и запущены в производство первый корейский камкордер, первый проекционный телевизор и первый домашний компьютер. В 1984 г. подразделение Goldstar Semiconductor разработало первые в Корее восьмиразрядные микропроцессоры. На **рис. 2** показаны некоторые продукты GoldStar, впервые разработанные в 50—80-е годы.

В СССР поставки продукции GoldStar начались в конце 80-х годов, большим спросом пользовались компакт-кассеты, дискеты для компьютеров, мониторы для персональных компьютеров и аудиовидеотехника компании (**рис. 3**). Бурный рост поставок в Россию продукции GoldStar начался в 1991 г., а уже в 1994 г. в Москве открылся крупный фирменный магазин (шестой по счёту), в котором были представлены все виды бытовой техники и электроники компании, включая новинки (мониторы и телевизоры с плоским экраном, Hi-Fi-видеомагнитофоны, музыкальные центры, холодильники и другая продукция).

В 1995 г. все дочерние компании группы, включая GoldStar, объединяются под общим названием LG, а их продукция также начинает выпускаться под этой торговой маркой. Следует отметить, что в последнее время в продаже в некоторых сетевых и интернет-магазинах опять появилась различная электроника и бытовая техника под маркой GoldStar, имеется даже официальный русскоязычный сайт этой компании, однако продукция новой "золотой звезды" (производится в России и Китае) не имеет отношения к LG Electronics.

Первый зарубежный завод GoldStar по производству цветных телевизоров был открыт в 1982 г. в Хантсвилле (штат Алабама, США), в 1987 г. открывается завод такого же профиля в ФРГ. Решение о строительстве завода LG Electronics в России было принято в 2004 г., для его реализации было учреждено



Рис. 2

Транзисторный приёмник, 1959

Видеомагнитофон, 1981

Чёрно-белый телевизор, 1966

Домашний компьютер, 1982

Кассетный магнитофон, 1970

Камкордер, 1982

Цветной телевизор, 1977

юридическое лицо LG Electronics Rus, LLC (ООО "ЛГ Электроникс Рус").

20 апреля 2005 г. состоялось подписание протокола инвестиционного сотрудничества между LG Electronics и правительством Московской области о строительстве завода в России. В тот же день состоялась церемония закладки первого камня в основание будущего предприятия (**рис. 4**), на церемонии присутствовало более 300 гостей, в том числе председатель совета директоров LG Group г-н Ку Бон Му (Koo Bon-Moo, 1947—2018 гг., внук основателя LG, возглавил компанию в 1995 г.). Для стройки в Рузском районе Московской области, вблизи посёлка Дорохово, был выделен большой участок земли площадью около 85 тыс. кв. м. По плану было намечено строительство шести корпусов для производства телевизоров, аудиотехники, холодильников, стиральных машин и комплектующих для их производства.

Завершение первого этапа строительства предприятия LG Electronics Rus состоялось в сентябре 2006 г. К 2009 г. на предприятии работали четыре производственных корпуса, в корпусе "A" производили плазменные и ЖК-телевизоры, домашние кинотеатры и компьютерные мониторы, в корпусе "B" — крупную бытовую технику (стиральные машины и холодильники), в корпусах "S1", "S2" работали партнёрские компании, выпускающие детали и узлы для основного производства.

На заводе реализовано производство полного цикла электроники, включая изготовление печатных плат, нанесение паяльной пасты, монтаж электронных компонентов и оплавление припоя под компонентами, для чего в корпусе "A" было установлено соответствующее автоматизированное оборудование. Контроль качества нанесения паяльной пасты на печатные платы обеспечивает система 3D-контроля нанесения паяльной пасты KY8030-2 компании Koh Young Technology Inc. Успешно прошедшие контроль платы отправляются на автоматизированные линии установки электронных компонентов.

Линии для установки компонентов в исполнениях для монтажа на поверхность (SMD) выполнены на основе модульных гибких автоматов установки компонентов NXT III (***рис. 5, см. 2-ю с. обложки***) компании Fuji Machine Manufacturing Co., Ltd (Япония, с 2017 г. FUJI Corporation). Автоматы серии NXT предназначены для крупносерийной многономенклатурной сборки электроники с возможностью наращивания числа модулей для конкретных производств. Каждый модуль оснащён индивидуальным дисплеем для установки параметров сборки. Автоматы абсолютно универсальны за счёт применения различных установочных головок под определённые категории (типоразмеры) компонентов, причём замена установочных головок и настройка модулей возможны без остановки производства.

Автоматы NXT III обладают большим числом перенастраиваемых опций для работы с различными типами компонентов, питателей (устройства для подачи компонентов с лент), пеналов, поддонов и лент, на которых поставляются компоненты их изготовителями. Такие ши-



Реклама аудио- и видеотехники LG на шоссе, СССР, 80-е годы



Компакт-кассеты HD90



Видеокассеты SHG E-180



Дискеты 5,25" GoldStar


Монитор 14"

Рис. 3



Церемония закладки первого камня и начало строительства завода "ЛГ Электроникс Рус" в России



Проверка ЖК-телевизоров на конвейере



На испытательном стенде



Проверка на длительную работу



Испытания на вибростенде



Склад готовой продукции

рокие возможности автоматов позволяют реализовать производство практически любых видов изделий электроники. В зависимости от используемых установочных головок автоматы NXT III могут работать с компонентами размерами от 0,3×0,15 мм до 74×74 мм с точностью установки ±25 мкм и производительностью до 35000 компонентов в час. Автоматы серии NXT работают на многих российских предприятиях с полным циклом производства электроники.

Печатные платы с установленными компонентами отправляются в автоматизированные печи для оплавления паяльной пасты, затем собранные платы принудительно охлаждаются и поступают на системы автоматической 3D-оптической инспекции AOI (Automated Optical Inspection) той же компании Koh Young Technology Inc (***рис. 6, см. 2-ю** и **3-ю с. обложки***). Эта компания из Сеула, основанная в 2002 г., разрабатывает и выпускает 3D-тестовое оборудование для различных отраслей промышленности и медицинских приложений. Платы, отмеченные автоматикой как "подозрительные", осматриваются операторами конвейера и при необходимости поступают на доработку. На последнем этапе собранные печатные платы проходят программирование микросхем памяти ("прошиваются") и проверяются на соответствие техническим требованиям в составе блоков ЖК-телевизоров.

Сборка ЖК-телевизоров осуществляется на конвейере, при этом ряд операций по сборке автоматизирован. Первыми на конвейер попадают ЖК-панели, затем на них устанавливаются печатные платы и другие узлы, причём некоторые операции обеспечивают "роботы-отвёртки", с высокой точностью завинчивающие крепёж. Некоторые этапы сборки ЖК-телевизоров приведены на ***рис. 7 (см. 3-ю с. обложки)***. После установки всех плат и узлов собранные ЖК-телевизоры проходят различные проверки и испытания, в том числе на длительную непрерывную работу, на воздействие высоких и низких температур, высокой влажности и вибраций, после чего поступают на упаковку и затем на склад (**рис. 8**).

Технология производства на заводе LG Electronics Rus отличается большой гибкостью, возможен одновременный выпуск десятков моделей телевизоров, так как все автоматизированные системы производства легко перенастраиваются на работу с различными моделями аппаратов. Освоение в производстве новых моделей начинается с тестирования образцов, поступающих из Кореи, при необходимости инженерный персонал предприятия адаптирует новые аппараты в соответствии с требованиями российских и международных стандартов. Особое внимание на заводе уделяется качеству выпускаемой продукции, например, при выявлении аппаратов с дефектами бракуется вся партия, для того чтобы исключить попадание в продажу некондиционных телевизоров.

В корпусе "В" завода находятся конвейеры по сборке холодильников и стиральных машин, а комплектующие узлы для них, как было отмечено выше, изготавливаются в корпусах "S1", "S2". В холодильниках и стиральных машинах завода может использоваться до 60 % комплектующих и материалов российского производства или изготовленных непосредственно на заводе. К таким изделиям относятся внутренние пластиковые корпуса холодильников, изготавливаемые на специальных вакуум-формовочных машинах корейской фирмы Shinhgyo Co., Ltd. В этих машинах из белого порошка изготавливаются листы пластика, из которых затем штампуются отсеки холодильников. Металлопрокат для стенок корпусов и дверей холодильников изготавливается на оборудовании корейской фирмы Nam Yang Machinery MFG. Co., Ltd. Эта компания, основанная в 1975 г., специализируется на производстве гидравлических прессов больших размеров и поставляет их сотням компаний по всему миру.

Рис. 9



Сборка дверей (позади — прессы Nam Yang)



Монтаж узлов на внутренние корпуса холодильников



Запайка системы охлаждения



Холодильники готовы к транспортировке на склад

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru


Подача барабанов стиральных машин на конвейер


Готовый корпус


Сборка и одновременные испытания стиральных машин на конвейере


Готовые стиральные машины LG на выходе конвейера

Рис. 10

Закладка первого камня в строительство корпуса "Д" завода "ЛГ Электроникс Рус"



Строительство производственно-складского корпуса "Д" завода "ЛГ Электроникс Рус"

Рис. 11

Сборка холодильников на конвейере начинается с установки узлов и деталей на внутренние шкафы изделий, затем устанавливаются внешние стенки, радиаторы, компрессоры и другие необходимые комплектующие. Дверцы собираются отдельно и в собранном виде поступают на конвейер. После завершения монтажа системы охлаждения заполняются хладагентом, а промежутки между внутренними и внешними корпусами холодильников заливаются термоизолирующей пеной. Готовые аппараты проходят испытания на скачки напряжения, на максимальную нагрузку, затем упаковываются и поступают на склад. Некоторые этапы производства холодильников приведены на **рис. 9**.

Процесс производства стиральных машин начинается с изготовления их

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru





LG 77W9PLA (LG Signature)





Холодильник и стиральная машина LG Signature

Рис. 12

корпусов на гидравлических прессах. Некоторые компоненты для сборки поступают в уже собранном виде с других предприятий компании, например, баки с барабанами, которые сразу устанавливаются в изготовленные корпуса. Процесс сборки каждой машины занимает 15...17 минут (на 2019 г. работали шесть конвейеров). После сборки все машины подвергаются различным испытаниям, причём многие тесты проводятся прямо во время сборки, например, после установки передних дверей машины подключают к сети и воде, после чего их "гоняют" в различных режимах. В конце конвейера соответствующий автомат "одевает" на готовую машину упаковочную коробку и укладывает в неё аксессуары. Некоторые операции по сборке стиральных машин приведены на **рис. 10**.

Через три года после запуска на заводе было занято примерно 1500 человек, из которых около 400 — руководители и специалисты. Кризис 2008 г. не повлиял на кадровую политику компании, на завод продолжали нанимать как молодых рабочих, так и опытных специалистов, сохранились и бонусные программы — медицинская страховка, социальный пакет, питание, медицинский кабинет, банкомат, транспорт, продажа сотрудникам продукции завода по сниженным ценам с отсрочкой платежей и другие. Завод продолжал расширять номенклатуру продукции и наращивать её выпуск.

Руководство компании уделяет большое внимание поддержке местного населения в Рузе, Тучкове, Дорохове, Гагарине и других городах и посёлках, из которого во многом формируется коллектив предприятия. Регулярно организуются экскурсии на завод школьников и студентов, оказывается помощь местным детским домам (Руза, Тучково). Для поддержки школьных олимпиад предоставляются в качестве призов телевизоры LG, произведённые на заводе. С 2007 г. компания LG Electronics Rus организовала службу "Мобильный Сервис" по ремонту выпускаемой заводом техники на основе специально оборудованных фирменных автобусов, которые обеспечивают оперативный и гарантийный ремонт аппаратуры. Обслуживание осуществляется в радиусе до 400 км от Москвы, часто ремонт производится на месте, так как специалисты выезжают с большим запасом запасных частей.

В 2011 г. завод выпускал 80 моделей телевизоров, 30 моделей мониторов, 60 моделей холодильников и 30 моделей стиральных машин, в 2013 г. выпуск продукции увеличился в девять раз по сравнению с 2006 г. Приглашённым на празднование десятилетнего юбилея журналистам в 2015 г. сообщили, что предприятие является одним из самых крупных в Европе, а общий объём инвестиций превысил 369 млн долларов. За этот период завод выпустил 15 млн телевизоров, 6,3 млн стиральных машин и 36 млн холодильников. На территории предприятия располагаются девять компаний-партнёров, осуществляющих изготовление различных комплектующих для основного производства.

В 2017 г. руководство LG Electronics начало подготовку к расширению своего завода в России — самого крупного по объёму выпуска продукции в Европе с целью увеличения выпуска телевизоров и их поставок в страны Европы (при этом планировалось закрытие завода компании в Польше). В июне 2018 г. в Рузском округе Московской области состоялась церемония закладки первого

камня в строительство производственно-складского корпуса "Д" компании ООО "ЛГ Электроникс Рус" (**рис. 11**) площадью 25 тыс. кв. м. Запланировано и строительство погрузочно-разгрузочной площадки с автомобильной стоянкой. Строительство корпуса "Д" в основном завершено в 2019 г., запуск в эксплуатацию намечен в ближайшие месяцы.

Завод LG Electronics Rus производит практически все технологические новинки — ЖК, OLED, UHD/4K телевизоры большинства типоразмеров экрана, холодильники с нижним расположением морозильной камеры, компактные стиральные машины с фронтальной загрузкой.

Серьёзным достижением компании LG Electronics стало успешное внедрение экранов на органических светодиодах (OLED). Самую престижную награду на выставке бытовой электроники CES-2017 в Лас-Вегасе — Engadget CES Best of the Best Award — получил OLED-телевизор LG OLED SIGNATURE W7. Панель на органических светодиодах этого 77-дюймового телевизора имеет толщину всего 2,5 мм. Панель может крепиться к стене, с которой она прямо "сливается" (дизайн "изображение на стене" — Picture-on-Wall), а вся электроника телевизора размещена в звуковом блоке ("саундбаре"), предполагаемая цена модели с 77-дюймовым экраном — 20000 долл. США (с 65-дюймовым экраном — 8000 долл. США). Следует отметить, что в телевизорах, часто называемых светодиодными (LED-телевизоры), эти самые светодиоды (белые) используются только для подсветки ЖК-панелей, а в OLED-телевизорах множество органических RGB-светодиодов OLED-панели непосредственно формируют изображение, естественно, что никакой подсветки в этом случае не требуется.

В российских каталогах LG Electronics 2019 г. представлена широкая номенклатура OLED, UHD, Full HD и ЖК-телевизоров стандартной чёткости, мониторов, холодильников и стиральных машин, изготовленных на заводе LG Electronics Rus. Флагманские модели продуктов компании выпускаются в соответствии с корпоративной концепцией, названной технологией LG Signature.

Технология LG Signature (впервые появилась в моделях 2017 г.) — комплексные аппаратно-программные и дизайнерские решения для флагманских моделей OLED-телевизоров, холодильников с функцией InstanView™Door-in-Door®, стиральных машин TWINWash™ и климатических приборов компании.

Флагманская линейка телевизоров LG OLED Signature включает модели LG 77/65W9PLA (новинка 2019 г.), LG OLED77/65W8, LG OLED77G7V, состоящие из сверхтонких OLED-панелей с диагоналями 77 и 65 дюймов сверхвысокого разрешения 3840×2160 пикселей и электронно-акустических блоков. К заявляемым производителем основным особенностям этих телевизоров относится применение интеллектуальной операционной системы для сетевых телевизионных приложений web OS Smart TV.

К основным преимуществам web OS Smart TV относятся простота поиска видео в Интернете, быстрое переключение между каналами, файлами и контентом без постоянного возврата на главную страницу меню, наличие в меню поиска актуальных (наиболее популярных) видео, фильмов и другого контента. К телевизорам с web OS можно подключать любые устройства (через USB, LAN, Wi-Fi) и организовывать локальные домашние сети с другими устройствами. Управлять такими телевизорами можно жестами и голосом. Выполнение перечисленных функций возможно с использованием встроенного искусственного интеллекта LG ИИ ТВ (или AI — Artificial Intelligence) как помощника при поиске различной информации и управлении различными функциями телевизора. Работу этого ИИ обеспечивает новый процессор α9 II второго поколения, в задачи которого также входят управление и оптимизация изображения и звука телевизоров. Продукты LG Signature 2019 г. показаны на **рис. 12**.

Импульсный понижающий стабилизатор для ресивера DVB-T2

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

В распоряжении автора оказался неисправный ресивер DVB-T2 (DVB-T2-приставка) "Сигнал HD-200". Исследование показало, что отказал встроенный в приставку импульсный блок питания, а всё остальное осталось полностью исправным. Было решено оснастить приставку импульсным понижающим стабилизатором напряжения и питать её от внешнего источника питания.

Восстанавливать работоспособность неисправного блока питания приставки показалось нецелесообразным. Во-первых, для повышения электробезопасности пользования хотелось удалить из приставки цепи, непосредственно связанные с сетью. Во-вторых, было решено модернизировать её, оснастив узлом управления включением и выключением совместно работающего телевизора.

Приставка "Сигнал HD-200" обладает той же особенностью, что и описанная в [1]. При подаче напряжения питания она переходит в рабочий режим независимо от того, в каком режиме, рабочем или дежурном, находилась до выключения питания. Для предотвращения несанкционированного включения приставки и ведомого ею телевизора после перерыва в подаче питающего напряжения в источник питания приставки необходимо ввести узел, защищающий от этого.

Ток, потребляемый приставкой "Сигнал HD-200" от источника напряжения 5 В (750 мА в рабочем режиме), при подключении к обоим её USB-разъёмам флеш-накопителей возрастает до 1000 мА, а в дежурном режиме он уменьшается до 12 мА. Конечно, для питания приставки можно использовать описанный в [2] источник с линейным стабилизатором напряжения, но рассеиваемая таким стабилизатором мощность (5,25 Вт) будет довольно велика и превысит мощность, потребляемую самой приставкой (3,75 Вт). Такой источник питания будет крайне неэкономичным и потребует эффективного отвода тепла.

Импульсный понижающий стабилизатор напряжения обладает значительно большим КПД по сравнению с линейным. Недостатки этого стабилизатора — его сложность и генерация электромагнитных помех на частоте преобразования и её гармониках. Но для приставки DVB-T2 последний недостаток не так уж существенен.

Основные сведения об импульсных понижающих стабилизаторах напряжения, их конструкции и расчёте можно найти в [3]. Однако стабилизатор, собранный на дискретных элементах без применения специализированной микросхемы (схема на рис. 3 в [3]), довольно сложен. В качестве коммутирующего элемента в нём применён биполярный транзистор, на котором рассеивается довольно большая мощность. Поэтому для питания приставки я разработал собственный вариант импульсного понижающего стабилизатора, коммутирующим элементом в котором служит мощный полевой переключательный транзистор с малым сопротивлением канала сток—исток.

Конечно, предлагаемый стабилизатор не оптимален, поскольку в нём для упрощения исключена обратная связь по току, а дроссель подобран из имеющихся в наличии. Тем не менее при токе нагрузки 1 А и первичном напряжении 12 В КПД стабилизатора равен 75,5 %, что значительно превышает КПД линейного стабилизатора напряжения, а тем-

пература теплоотвода коммутирующего транзистора и диода после часа работы при максимальном токе нагрузки не превышает 40 °С. При малом токе нагрузки, когда приставка находится в дежурном режиме, стабилизатор работает как линейный и его КПД резко снижается. Однако ток нагрузки при этом настолько мал, что этим недостатком можно пренебречь.

Схема стабилизатора приведена на **рис. 1**. При подаче питающего напряжения на входе инвертора DD1.1 за счёт резистора R4 установлен низкий логический уровень напряжения. На выходе инвертора DD1.2 он тоже низкий, поэтому напряжение на катоде параллельного стабилизатора DA1 близко к нулю, а на выходах соединённых параллельно инверторов DD1.3—DD1.6 установлен высокий уровень напряжения, что удерживает транзистор VT2 закрытым. В этом состоянии включён светодиод HL1, сигнализируя о том, что напряжение питания на устройство подано, но на выходе стабилизатора напряжение нулевое.

напряжение. Светодиод HL1 при этом гаснет. Диод VD2 обеспечивает положительную обратную связь с выхода инвертора DD1.2 на вход инвертора DD1.1, поэтому логический уровень здесь остаётся высоким и после отпускания кнопки SB1. Далее триггер, образованный инверторами DD1.1, DD1.2 и диодом VD2, остаётся в таком состоянии до выключения питания устройства. Этим обеспечена защита от несанкционированного включения приставки после исчезновения и повторного включения сетевого напряжения.

Принцип работы собственно стабилизатора напряжения ничем не отличается от обычного. При открывании транзистора VT2 через дроссель L1 и нагрузку начинает протекать ток. Когда напряжение на нагрузке достигает 5 В (это значение устанавливают, подбирая резистор R6), участок анод—катод параллельного стабилизатора DA1 будет открыт, на входах инверторов DD1.3—DD1.6 установлен низкий логический уровень напряжения, а на их выходах — высокий. Это закроет транзистор VT2.

ляющем электроде стабилизатора DA1 не упадёт ниже порога его выключения. Участок анод—катод стабилизатора закроется. Транзистор VT2 при этом вновь откроется, а далее описанные процессы станут повторяться.

Инверторы DD1.3—DD1.6 соединены параллельно для ускорения перезарядки ёмкости затвор—исток транзистора VT2, что уменьшает рассеиваемую на этом транзисторе мощность.

Конденсаторы C3, C4, C7 и C8 сглаживают пульсации питающего и выходного напряжения, а конденсаторы C6 и C9 подавляют высокочастотные помехи. Параллельное соединение пары оксидных конденсаторов позволяет снизить требования к их ЭПС по сравнению с одним конденсатором удвоенной ёмкости.

Резистор R9 предназначен для быстрой разрядки оксидных конденсаторов после отключения питания устройства, что ускорит возврат триггера на инверторах DD1.1 и DD1.2 в исходное состояние. Дело в том, что когда напряжение на конденсаторах становится ниже

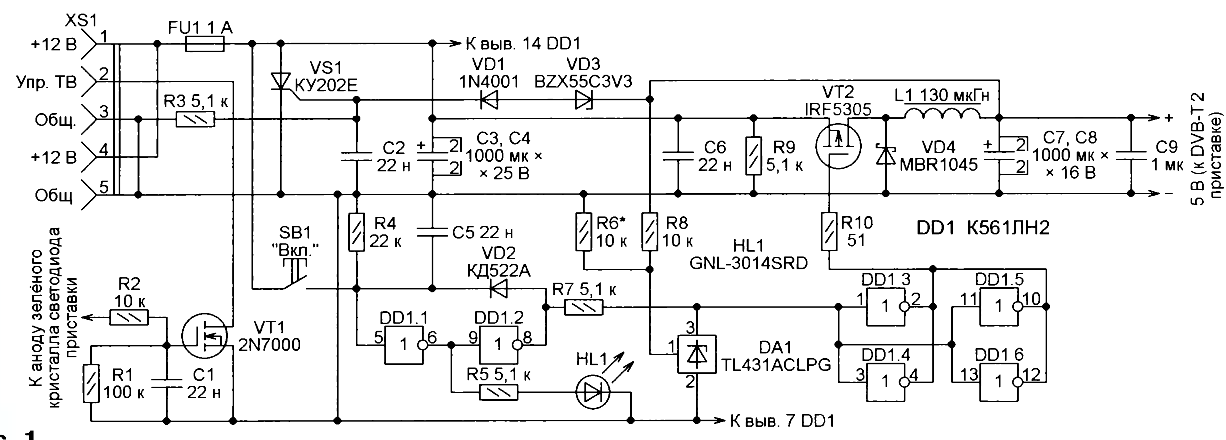


Рис. 1

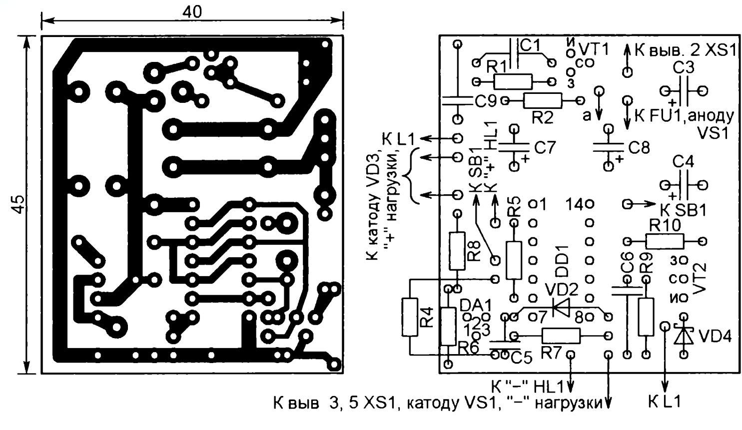


Рис. 2

порогового для транзистора VT2 значения (около 4 В), транзистор закрывается. Поэтому разрядка конденсаторов C3 и C4 через нагрузку прекращается, хотя напряжение на них всё ещё остаётся достаточным для удержания триггера в сработавшем состоянии. Без резистора R9 триггер возвратится в исходное состояние более чем через минуту. Резистор сокращает это время до 20 с.

От типа применённых транзистора VT2 и диода VD4 зависят потери в стабилизаторе и, следовательно, его КПД. Первоначально в макете стабилизатора были установлены транзистор IRF9530 с сопротивлением открытого канала 0,3 Ом и диод PXPR3003. Ток в первичной цепи при напряжении 12 В был равен 0,58 А при токе нагрузки 1 А. Это соответствует КПД 71,8 %. При замене диода PXPR3003 на диод MBR1045 потребляемый ток уменьшился до 0,56 А (КПД 74,4 %). После замены транзистора IRF9530 на транзистор IRF5305, имеющий сопротивление открытого канала 0,06 Ом, потребляемый ток упал до 0,55 А, а КПД возрос до 75,8 %.

При пробое транзистора VT2 или неисправности микросхем напряжение

При нажатии на кнопку SB1 на входе инвертора DD1.1 и, соответственно, на выходе инвертора DD1.2 уровень напряжения становится высоким, поэтому через резистор R7 на катод параллельного стабилизатора DA1 поступает

После закрывания транзистора ток продолжает течь через открывшийся диод VD4, дроссель L1 и нагрузку за счёт ЭДС самоиндукции дросселя. Это продолжается, пока напряжение на нагрузке и, следовательно, на управ-

на выходе стабилизатора может чрезмерно увеличиться. Для защиты от него применён узел защиты на тиристоре VS1, стабилитроне VD3 и диоде VD1. При указанных на схеме элементах тиристор открывается при напряжении 5,35 В, накоротко замыкается цепь питания устройства и перегорает плавкая вставка FU1. Как я убедился, тиристор КУ202Е не повреждается и сохраняет полную работоспособность после разрядки через него конденсатора ёмкостью 10000 мкФ, заряженного до напряжения 15 В. Согласно справочным данным [4], для него допустим неповторяющийся импульс тока амплитудой 50 А.

Узел распознавания перехода приставки из дежурного в рабочий режим в предлагаемом устройстве максимально прост, так как нужный для этого сигнал в приставке "Сигнал HD-200" имеется. Для этого левый по схеме вывод резистора R2 нужно соединить с анодом зелёного кристалла двухцветного светодиода приставки. В рабочем режиме цвет свечения этого светодиода зелёный, а в дежурном — красный. При переходе в рабочий режим транзистор VT1 будет открыт и соединит контакт 2 разъёма XS1 с общим проводом.

Большинство деталей устройства, за исключением дросселя L1, кнопки SB1, светодиода HL1, плавкой вставки FU1 и узла защиты на тиристоре VS1, можно смонтировать на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, чертёж которой приведён на **рис. 2**.

Диод VD2 установлен над микросхемой DD1. Чтобы облегчить подборку сопротивления резистора R6, его можно составить из двух резисторов, соединённых последовательно, установив их на плату перпендикулярно её поверхности. Провод от верхнего по схеме вывода резистора R8 рекомендую подключить отдельным проводом непосредственно к контактной площадке на печатной плате приставки "Сигнал HD-200". Транзистор VT2 и диод VD4 необходимо закрепить на теплоотводе — алюминиевой пластине площадью не менее 6 см^2, предварительно нанеся на соприкасающиеся поверхности тонкий слой теплопроводящей пасты. Электрическая изоляция теплоотводящих фланцев этих элементов от теплоотвода не требуется.

На плату могут быть установлены резисторы любого типа указанной на схеме мощности. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные — К73-17, КМ или подобные. Дроссель L1 — индуктивностью 120...130 мкГн с сопротивлением обмотки около 0,2 Ом.

Транзистор 2N7000 можно заменить на КП505А, а параллельный стабилизатор TL431ACLPG — на КР142ЕН19. Вместо микросхемы К561ЛН2 допустимо применить CD4049A.

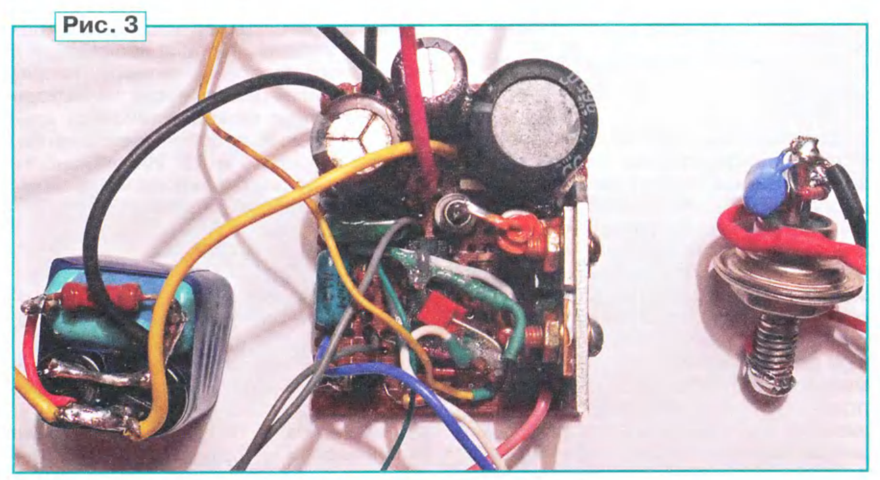
Возможная замена диодов 1N4001 и КД522А в рассматриваемой конструкции — любые маломощные диоды, например, серии КД521 или КД522. Диод MBR1045 можно заменить на MBR1060 или другой диод Шоттки с близкими параметрами в корпусе TO-220. Основное требование к транзистору VT2 — минимальное сопротивление открытого канала. Кроме указанного на схеме транзистора IRF5305, здесь подойдёт, например, IRF4905 или IRF5210.

Элементы узла защиты (тиристор VS1, диод VD1, стабилитрон VD3, конденсатор C2, резистор R3) смонтированы непосредственно на выводах тиристора, после чего готовый узел обмотан изоляционной лентой. Тиристор КУ202Е можно заменить и другим, но его следует предварительно проверить на устойчивость к единичному импульсу тока большой амплитуды, о чём будет рассказано ниже. В качестве индикатора включения питания можно применить и мигающий светодиод, что будет более информативно. Но подключать его следует через инвертор на биполярном или полевом транзисторе, поскольку при мигающем светодиоде, соединённом непосредственно с выходом инвертора DD1.1, возможно самопроизвольное включение стабилизатора при подаче на него питающего напряжения. Разъём XS1 — СГ-5 или другой с числом контактов не менее трёх, рассчитанный на ток 1 А.

Внешний вид всех узлов макета стабилизатора до их установки в приставку приведён на **рис. 3**. Здесь основные детали размещены на отрезке универсальной макетной платы, а конденсаторы C7—C9 вынесены с платы, склеены между собой клеем "Момент" и обмотаны изоляционной лентой. На этом фотоснимке виден резистор сопротивлением 100 кОм, припаянный к выводам конденсатора C9. Он был предназначен для разрядки выходных конденсаторов стабилизатора при налаживании, но так и не был удалён из макета. Как выяснилось, на работу устройства никак не влияет.

Все элементы имеющегося на плате приставки "Сигнал HD-200" блока питания удалены с неё, а на освободившемся месте рыболовной леской и клеем "Момент" закреплена плата стабилизатора. Сборка конденсаторов C7—C9 макета приклеена к тонкой пластиковой пластине, один из краёв которой отогнут под углом 90° и с помощью лески и клея прикреплён к блоку выходных разъёмов приставки. Узел защиты закреплён в левой передней части печатной платы приставки также рыболовной леской, а светодиод HL1 приклеен к боковой поверхности имеющегося в при-

Рис. 3



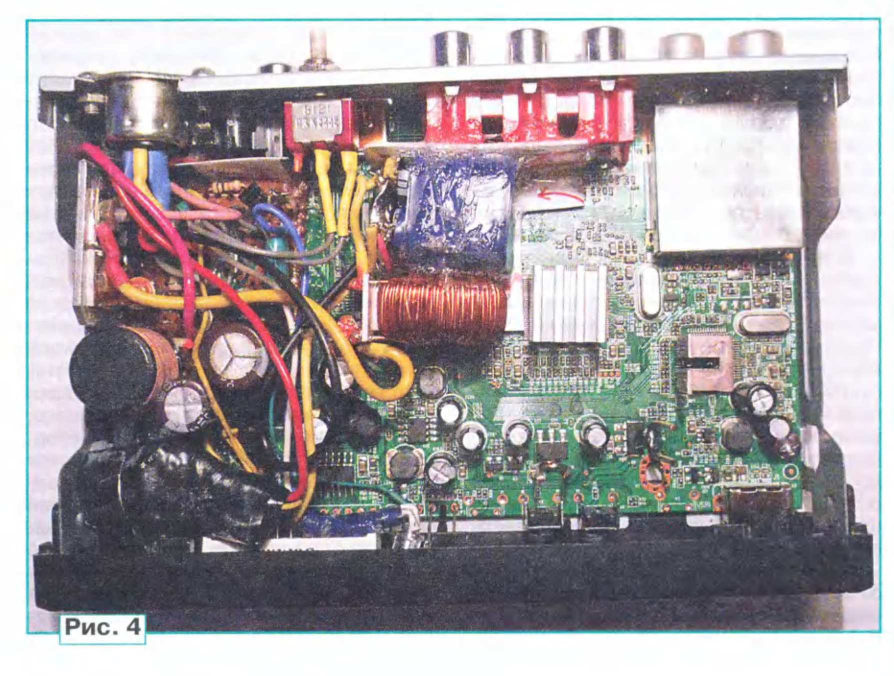


Рис. 4

ставке семиэлементного светодиодного индикатора.

Выходное напряжение стабилизатора подано на печатную плату приставки в точке соединения катодов удалённых с неё выпрямительных диодов, обозначенных D7 и D9. К этой же точке подключены провод от верхнего по схеме вывода резистора R8 стабилизатора и провод от катода стабилитрона VD3 узла защиты. Оксидные конденсаторы в цепи +5 В приставки оставлены на своих местах, поэтому суммарная ёмкость конденсаторов в этой цепи — 4000 мкФ. Провод, идущий от левого по схеме вывода резистора R2, припаян непосредственно к выводу анода зелёного кристалла светодиода приставки. Разъём XS1 и кнопка SB1 закреплены на задней стенке корпуса, а держатель плавкой вставки — на печатной плате приставки под разъёмом XS1.

В процессе доработки приставки выяснилось, что некоторые элементы на её печатной плате, не снабжённые теплоотводами, очень сильно нагреваются. Поэтому были приняты меры для облегчения их теплового режима. К 64-выводной микросхеме для поверхностного монтажа "секундным" клеем приклеена алюминиевая пластина-теплоотвод, а к теплоотводящим площадкам двух имеющихся на плате приставки микросхем стабилизаторов напряжения в корпусах для поверхностного монтажа припаяны перпендикулярно поверхности платы отрезки медного провода длиной по 2 см. Вид на монтаж деталей макета стабилизатора в корпусе приставки показан на **рис. 4**.

Первоначально в стабилизаторе был применён дроссель L1 промышленного изготовления в цилиндрическом корпусе. Но после установки платы приставки со стабилизатором в корпус этот дроссель стал издавать неприятный высокочастотный свист. Как выяснено, причиной его была непосредственная близость дросселя к стальному корпусу приставки. Было принято решение заменить дроссель другим с аналогичными параметрами, но выполненным на кольцевом ферритовом магнитопроводе. Поскольку плата стабилизатора уже была приклеена к печатной плате приставки, старый дроссель удалять я не стал, а просто обрезал провод, идущий от него к конденсаторам C7—C9, и подключил его к новому дросселю. На рис. 4 новый дроссель виден приблизительно посередине корпуса приставки.

Для налаживания стабилизатора требуется эквивалент нагрузки, в качестве которого удобно использовать резистор ПЭВ-7,5 сопротивлением 5,1 Ом. Подключив параллельно эквиваленту вольтметр постоянного тока, подайте на стабилизатор напряжение питания и, подбирая сопротивление резистора R8, установите на выходе стабилизатора напряжение 5 В±10 %. Индуктивность дросселя L1 можно подобрать по максимальному КПД устройства, измеряя при постоянной нагрузке ток в его первичной цепи.

Узел защиты налаживайте отдельно от стабилизатора, включив в цепь анода тиристора лампу накаливания 12 В, 0,2 А и подключив узел к источнику напряжения 12 В. Подав на анод стабилитрона VD3 напряжение от внешнего регулируемого источника, подборкой стабилитрона и изменением числа включённых последовательно с ним диодов добейтесь срабатывания узла защиты при напряжении этого источника около 5,4 В.

Выбранный в качестве VS1 тиристор желательно проверить, несколько раз разрядив через него конденсатор ёмкостью 6000...10000 мкФ, заряженный до напряжения 12...15 В.

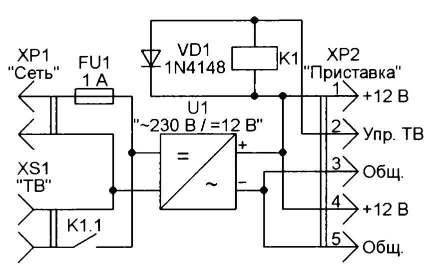


Рис. 5

С описанным стабилизатором приставку можно питать не только от сетевого источника, но и от автомобильного аккумулятора, что позволит смотреть телепередачи в отсутствие сети 230 В или её неисправности (конечно, если телевизор рассчитан на питание напряжением 12 В). Но в этом случае в плюсовую цепь питания стабилизатора следует включить диод (анодом к источнику), рассчитанный на прямой ток не менее 1 А. Он убережёт устройство от подачи напряжения питания в неправильной полярности и несколько понизит напряжение, подаваемое на стабилизатор, так как напряжение свежезаряженной автомобильной аккумуляторной батареи (14,4 В) приближается к максимально допустимому для микросхем серии К561 значению (15 В).

Стабилизатор можно питать от любого источника постоянного тока напряжением 7...14 В с допустимым током нагрузки около 1 А, если подобрать индуктивность дросселя L1 по максимальному КПД при выбранном напряжении питания. Если блок питания имеет защиту от замыкания на выходе, то при срабатывании узла защиты, собранного на тиристоре VS1, плавкая вставка FU1 может не перегореть, так как электронная защита блока питания сработает быстрее. В результате оба устройства защиты (стабилизатора и блока питания) войдут в циклический режим. После срабатывания тиристора VS1 защита блока питания понизит напряжение на его выходе до нуля. Тиристор закроется, повышенное напряжение на выходе блока питания появится снова, тиристор откроется и так далее. Для блока питания такой режим, скорее всего, относительно безопасен, но тиристор, постоянно открывающийся и замыкающий выход блока питания, может перегреться и выйти из строя. При питании приставки от такого блока это обстоятельство следует иметь в виду.

Для автоматического включения телевизора при переходе приставки из дежурного в рабочий режим можно использовать устройство, описанное в [1], подключив его вход "Упр." к контакту 2 разъёма XS1 стабилизатора. В авторском варианте приставка со стабилизатором работает на даче совместно с телевизором "Горизонт 61ТЦ411Д", имеющим аудио- и видеовходы. Чтобы включить этот телевизор, достаточно простейшего устройства, схема которого показана на **рис. 5**. Реле K1 — любое с номинальным рабочим напряжением 12 В и током срабатывания не более 100 мА, контакты которого рассчитаны на коммутацию сетевого напряжения. Например, SANOU SRD-S-112 D. Реле и приставка запитаны от импульсного блока питания с выходным напряжением 12 В и допустимым током нагрузки 1,5 А.

Описанный импульсный стабилизатор напряжения можно использовать не только для питания приставки DVB-T2, но и совместно с другими устройствами, потребляющими ток 1...2 А и требующими защиты от несанкционированного включения после пропадания и повторного появления сетевого напряжения. При необходимости на выходе стабилизатора можно установить другое напряжение, подобрав резистор R6, а если нужно, то и R8. Индуктивность дросселя L1 подбирают по максимальному КПД стабилизатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мельников А.** DVB-T2-ресивер включает кинескопный телевизор. — Радио, 2019, № 6, с. 8—13.

2. **Екимов А.** Замена БП в приставке для приёма цифрового телевидения. — Радио, 2018, № 12, с. 7.

3. **Семёнов Ю.** Импульсные понижающие стабилизаторы. — Радио, 2002, № 5, с. 41—44.

4. **Замятин В. Я.** и др. Мощные полупроводниковые приборы. Тиристоры. Справочник. — М.: Радио и связь, 1987, с. 45.

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. На заседании ГКРЧ, состоявшемся 25 июля 2019 г. (протокол № 19-51), были рассмотрены и приняты решения по вопросам (выборка вопросов автора рубрики) использования полос радиочастот 65,8...74 МГц и 87,5...108 МГц радиоэлектронными средствами цифрового звукового и мультимедийного радиовещания стандарта РАВИС:

1. Принять к сведению материалы научно-технических отчётов "Опытные испытания радиовещания в стандарте РАВИС (аудиовизуальная информационная система реального времени)" и "Проведение измерений и оценка условий электромагнитной совместимости цифрового радиовещания стандарта РАВИС с радиоэлектронными средствами гражданского назначения в полосах радиочастот 65,8...74 МГц и 87,5...108 МГц".

2. Выделить неопределённому кругу лиц полосы радиочастот 65,8...74 МГц и 87,5...108 МГц для создания на территории Российской Федерации сетей наземного цифрового звукового и мультимедийного вещания стандарта РАВИС.

3. Использование полос радиочастот 65,8...74 МГц и 87,5...108 МГц для создания на территории Российской Федерации сетей наземного цифрового звукового и мультимедийного вещания стандарта РАВИС должно осуществляться без оформления отдельных решений ГКРЧ и при выполнении следующих условий:

— соответствие технических характеристик, применяемых РЭС цифрового радиовещания стандарта РАВИС, техническим характеристикам, приведённым в приложении к настоящему решению ГКРЧ;

— получение в установленном порядке разрешений на использование радиочастот или радиочастотных каналов на основании заключения экспертизы о возможности использования РЭС цифрового радиовещания стандарта РАВИС и их электромагнитной совместимости с действующими и планируемыми для использования РЭС гражданского назначения и РЭС, используемыми для нужд органов государственной власти, нужд обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка;

— регистрация РЭС цифрового радиовещания стандарта РАВИС должна осуществляться в установленном порядке.

4. Установить срок действия настоящего решения ГКРЧ десять лет со дня его принятия (источник — URL: **https://digital.gov.ru/ru/documents/6566/** (23.08.19)).

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. 18 июля филиал РТРС "Санкт-Петербургский РЦ" начал трансляцию радиостанции "Comedy Radio" в г. Санкт-Петербурге одновременно в двух форматах: аналоговом ЧМ и цифровом DRM (режим DRM+, Simulcast). К ЧМ-сигналу на частоте 95,7 МГц добавилась цифровая копия станции. Стали доступны дополнительные цифровые каналы.

Для формирования и вещания этого аналого-цифрового сигнала используется один передатчик российского производства. Мощность аналогового сигнала — 3 кВт, цифрового — 400 Вт.

Цифровой сигнал формируется с модуляцией 16-QAM и уровнем защиты PL1. Это обеспечивает общую полезную скорость цифрового потока 122,4 кбит/с и позволяет передавать в эфир цифровую копию "Comedy Radio" с битрейтом 33 кбит/с и ещё две радиостанции в цифровом формате. Вторая радиостанция — "Авторадио" со скоростью цифрового потока 43 кбит/с. Третья радиостанция — "Европа Плюс" с битрейтом 20 кбит/с.

Дополнительно в сигнале передаются сопутствующая текстовая информация, логотипы радиостанций и другие изображения. Система DRM использует алгоритм сжатия звуковых данных xHE-AAC — самый эффективный кодек для современных систем цифрового радиовещания.

Опытное вещание в режиме DRM Simulcast — часть научно-исследовательской работы (НИР) "Построение опытной аналого-цифровой зоны радиовещания DRM+/УКВ ЧМ в диапазоне 87,5...108,0 МГц". Исполнитель НИР — российский системный интегратор, производитель вещательного оборудования и разработчик программного обеспечения "Дигитон Системс". Эксперимент продлится как минимум до конца текущего года (источник — URL: **https://moscow.rtrs.ru/press/announcements/rtrs-zapustil-pervuyu-rossiyskuyu-tsifro-analogovuyu-radiostantsiyu-standarta-drm-na-fm-chastote-v-s/** (23.08.19)).

Более подробно о начавшемся тестовом вещании говорится в статье газеты "Коммерсант" под названием "Радиостанции пройдут оцифровку". О том, что не всё так радужно и однозначно в ходе предварительных испытаний, рассказывают генеральный директор "Европейской медиагруппы" (ЕМГ) Роман Емельянов и замглавы Минкомсвязи Алексей Волин.

Там же рассказывается о решении Государственной комиссии по радиочастотам развивать в России цифровое радио на основе технологии РАВИС (источник — URL: **https://www.kommersant.ru/doc/4060898?fbclid=IwAR3-IjNcB0BbFaIUZYzIn4W3SSFPIcafpmZAFe3peWA-EEzjl97yseTM3Sw** (23.08.19)).

22 июля радиостанция "Комсомольская правда" начала вещание в г. Санкт-Петербурге на частоте 92 МГц. Мощность передатчика — 130 Вт (источники — URL: **https://www.spb.kp.ru/daily/27006/4068160/** и **http://spb.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-komsomolskaya-pravda-v-sankt-peterburge/** (23.08.19)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. 17 августа анонсировано начало вещания радиостанции "Radio Monte Carlo" на частоте 106,4 МГц (источник — URL: **https://vk.com/amediagroup?w=wall-43700930_3888** (23.08.19)).

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ. 12 августа радиостанция "Вера" (слоган — "Православие в звуке") начала вещание в г. Красноярске на частоте 95,4 МГц (источники — URL: **https://vk.com/radio_vera?w=wall-51326921_19282** и **http://www.patriarchia.ru/db/text/5484567.html** (23.08.19)).

КРЫМ. 20 августа началось вещание радиостанции "Вера" в п. Новый Свет на частоте 105,6 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radio_vera?w=wall-51326921_19358** (23.08.19)).

МАРИЙ ЭЛ. 12 августа в г. Козьмодемьянске на частоте 94,8 МГц начались трансляции радиостанции "Радио родных дорог" (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_11572** (23.08.19)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. 5 августа филиал РТРС "Нижегородский ОРТПЦ" начал вещание радиостанции "Радио России" в г. Лукоянове. Радиостанция транслируется ежедневно с 05.00 до 01.00 (время московское) на частоте 103,3 МГц. В эфирной сетке предусмотрены региональные блоки (источник — URL: **http://vestinn.ru/news/society/124634/ (23.08.19)).**

НОВГОРОДСКАЯ ОБЛ. 22 июля филиал РТРС "Новгородский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Европа плюс" на частоте 103,2 МГц в соответствии с планами развития регионального радиовещания в Новгородской области. Мощность передатчика — 1 кВт.

"Европа плюс" стала второй радиостанцией, которую принимают в г. Пестово и его окрестностях. Ранее пестовчанам была доступна только радиопрограмма "Радио России".

ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛ. К сети вещания "Радио Дача" присоединился пос. Саракташ. Радиостанция звучит на частоте 105,6 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/6440.htm** (23.08.19)).

САМАРСКАЯ ОБЛ. 1 августа в г. Самаре на частоте 89,2 МГц началось вещание радиостанции "Русский хит". На этой же частоте радиостанцию можно слушать и в г. Новокуйбышевске (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/6436.html** (23.08.19)).

УДМУРТИЯ. 1 августа "Радио Jazz" расширило географию своего вещания, теперь поклонники этого стиля музыки смогут слушать прямой эфир в г. Ижевске. Вещание будет вестись на частоте 97,4 МГц.

Напомним, что эта радиостанция уже вещает в г. Москве и Московской обл. (частота вещания — 89,1 МГц), а также в городах:

— Димитровграде (частота вещания — 99,2 МГц);

— Томске (частота вещания — 99,6 МГц);

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

— Великом Новгороде (частота вещания — 100 МГц);
— Ангарске (частота вещания — 106,8 МГц);
— Севастополе (частота вещания — 87,7 МГц);
— Самаре (частота вещания — 97,8 МГц);
— Архангельске (частота вещания — 91,6 МГц
(источник — URL: **https://radiojazzfm.ru/2019/08/01/radio-jazz-nachalo-veshhanie-v-izhevske/** (23.08.19)).

ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АО. Радиостанция "Комсомольская правда —Югра" зазвучала в г. Нижневартовске. Во втором по численности городе ХМАО "Комсомолка" транслирует окружные новости, информационные и авторские программы на частоте 89,9 МГц.

"Передатчик на частоте 89,9 МГц заработал в Нижневартовске ещё в июле. Это уже второй УКВ-передатчик в ХМАО, который запущен в округе благодаря усилиям АУ ОТРК "Югра", — рассказал главный редактор редакции радиовещания окружной телерадиокомпании Антон Россамахин. Федеральное информационно-разговорное радио в эфире круглосуточно, местные вставки звучат четыре раза в день (источник — URL: **https://ugra-tv.ru/ric/news/event/radio-komsomolskaya-pravda-nachalo-veshchanie-v-nizhnevartovske/** (23.08.19)).

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. 7 августа в городах Златоусте на частоте 106,4 МГц и Миассе на частоте 102,2 МГц в тестовом режиме начало вещание радио "Вера". Запуск стал возможен благодаря сотрудничеству Златоустовской епархии и местной администрации.

Радио "Вера" — это проект инициативной группы православных мирян, созданный по благословению Священноначалия Русской Православной Церкви. Сегодня эфир радиостанции доступен жителям более 50 городов России и ближнего зарубежья (источник — URL: **http://www.patriarchia.ru/db/text/5483523.html** (23.08.19)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АВСТРАЛИЯ. Официальный вещатель "Radio Australia" покинул короткие волны, однако голос Австралии в эфире не замолк окончательно. Осталось маломощное вещание, типичным представителем которого является радиостанция 4KZ, работающая на частоте 5055 кГц с мощностью 1,5 кВт.

Содержание вещания — ретрансляция средневолновой станции с аналогичным названием. Обе станции входят в сеть "NQ Radio". 4KZ транслирует в эфире разнообразную музыку и принимает активное участие в общественной жизни. КВ-вещание предназначено для удалённых районов провинции Квинсленд (Queensland, северо-восточная часть Австралии). Расписание трансляций и другая информация о станции 4KZ доступны по адресу **http://www.nqradio.com.au/index.php/our-stations/4kz.**

КУБА. "Радио Гавана" ("Radio Habana Cuba") прекратило трансляции на одной из своих частот — 6060 кГц. Это произошло в начале июня, с чем связано такое решение, информации нет. Также отменено вещание на испанском языке с 00.00 до 05.00, с 11.00 до 14.00, на английском языке — с 05.00 до 07.00.

США. Радиостанция "Голос Америки", транслировавшая программы на бенгальском языке преимущественно для жителей государства Бангладеш, ввела новые трансляции на языке рохинджа (Rohingya) с 29 июля.

Этот язык не относится к популярным, и большинству радиолюбителей о нём вообще ничего неизвестно. "Голос Америки" обычно не балует вниманием страны третьего мира, однако на этот раз в центре внимания оказалась провинция Ракхайн (Аракан) на западе Мьянмы (официальное название — "Республика Союз Мьянма", до 1989 г. мы знали эту страну под названием Бирма), где проживают мусульмане-рохинджа, по определению западных СМИ, — "самый гонимый народ в мире".

Итак, вещание на языке рохинджа идёт с понедельника по пятницу с 11.30 до 12.00 на частотах 9310, 9980 и 11570 кГц. В приведённом коротковолновом частотном расписании возможны изменения.

С 13.00 до 13.30 эти программы идут в повторе через мощный средневолновый передатчик мощностью в Ayuttaya (провинция Аюттайя, Таиланд) на частоте 1575 кГц (источник — URL: **https://www.insidevoa.com/a/voa-launches-rohingya-language-program/5019593.html** (23.08.19)).

Хорошего приёма и 73!

УЗЧ для головных телефонов с сопротивлением 32 Ом

С. МЯТЛЕВ, г. Чапаевск Самарской обл.

Можно ли разработать простой высококачественный усилитель для головных телефонов, используя современную элементную базу, обладающий высочайшими параметрами и не нуждающимися в тонком налаживании и доводке? Этот вопрос несколько лет интересовал автора этой статьи. Многочисленные принципиальные схемы и конструкции из Интернета, журналов и книг для радиолюбителей не помогли ответить на поставленный вопрос. Даже, наоборот, создалось мнение, что схемотехника многих конструкций родом из прошлого века и разработчики просто применили более современные радиокомпоненты. Технические параметры усилителей для головных телефонов как самодельных, так и заводского изготовления как будто списаны под копирку друг у друга. Единственное, что изменилось, так это появились многочисленные цифровые навороты, мало влияющие на качество звучания аппаратуры в целом (личное мнение автора, ни в коем случае не претендующее на истину в последней инстанции). Поэтому было решено разработать свою конструкцию усилителя. Для достижения высоких параметров усилителя во входных каскадах использованы современные операционные усилители, специально разработанные для аудиоприложений.

УЗЧ. Схема одного канала усилителя показана на **рис. 1**. В его состав входят два усилителя напряжения на ОУ DA1.1 и DA1.2, два усилителя тока на транзисторах VT1, VT3, VT5 и VT2, VT4, VT6 и две цепи обратной связи R3R8 и R4R9. На усилители напряжения также возложены обязанности слежения за током покоя и регулирования постоянного напряжения на выходе. В качестве усилителя тока применены эмиттерные тройки на комплементарных транзисторах малой и средней мощности [1]. Цепи обратной связи содержат каждая по два резистора, какая либо частотная коррекция отсутствует.

Прежде чем изготавливать данный усилитель, его схема была "обкатана" на компьютере с помощью одной из многочисленных программ-моделировщиков. Но эта тема не обсуждается и выносится за рамки предлагаемой статьи. Самое главное, чтобы параметры моделирования хотя бы примерно совпадали с измеренными на практике.

Основные технические характеристики

Номинальное сопротивление нагрузки, Ом 32
Номинальное выходное напряжение, В (RMS) 1
Коэффициент усиления 1,5
Верхняя граница полосы пропускания по уровню −3 дБ, МГц 1
Нелинейные искажения на нагрузке 32 Ом, %
на частоте 1000 Гц:
при выходном напряжении 1 В 0,00007
при выходном напряжении 0,25 В 0,00008
на частоте 9,9 кГц:
при выходном напряжении 1 В 0,00064
при выходном напряжении 0,25 В 0,00012
Напряжение питания, В . . . .±8,5
Потребляемый ток, А 0,1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

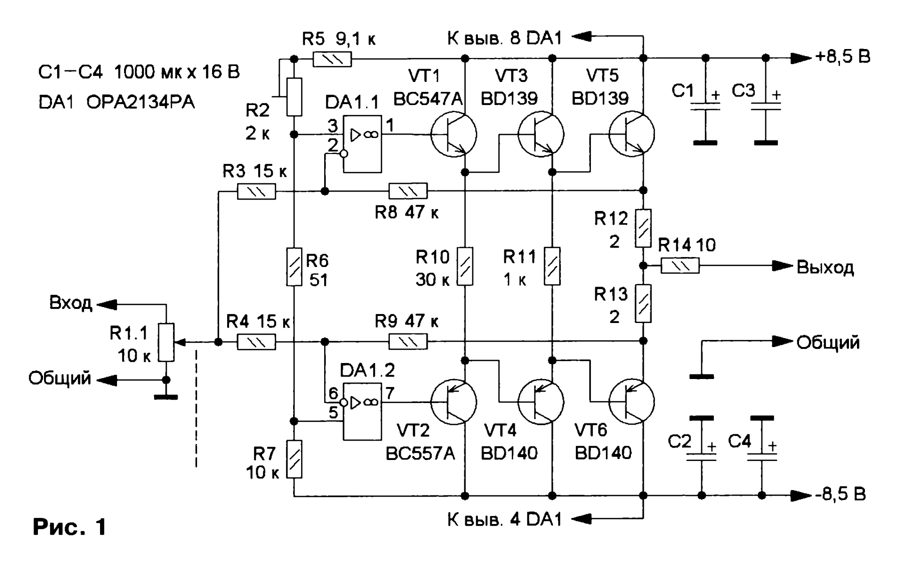


Рис. 1

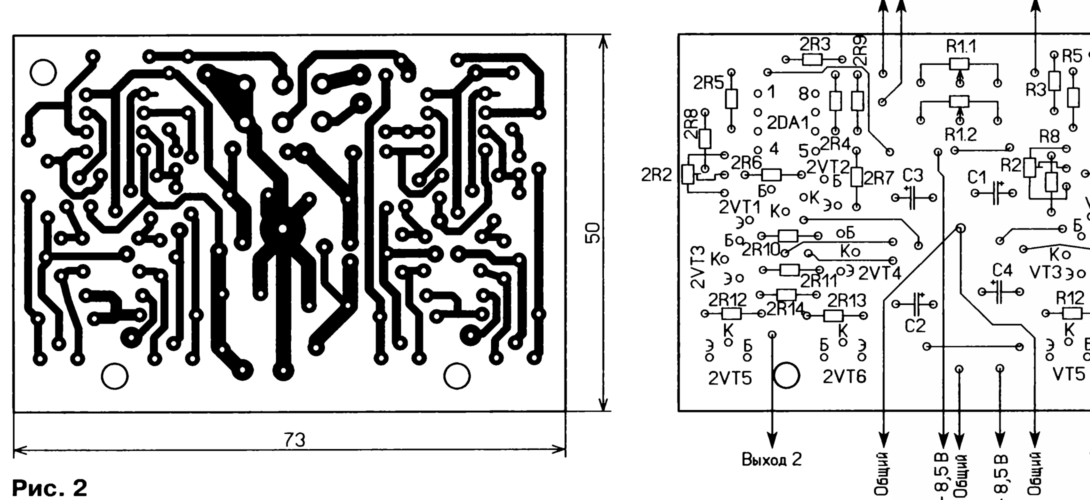


Рис. 2

Поскольку у большинства низкоомных головных телефонов максимальное входное напряжение не превышает 1 В, задача получения малых искажений при большем выходном напряжении не ставилась.

Рассмотрим подробнее работу усилителя. Входной сигнал через регулятор громкости R1.1 (сдвоенный резистор) поступает на инвертирующие входы ОУ DA1.1 и DA1.2, которые работают как усилители напряжения. На эти же входы через резисторы R8 и R9 поступает напряжение обратной связи с эмиттеров транзисторов VT5 и VT6. На неинвертирующие входы ОУ поступает напряжение смещения с резистивного делителя напряжения R2R5—R7, подключённого к напряжению источников питания. За счёт резистора R6 поддерживается разность напряжения на базах транзисторов VT5 и VT6, обеспечивая начальный ток покоя этих усилителей около 50 мА. Резистором R2 производят установку нулевого напряжения на выходе усилителя.

Поскольку для питания устройства использован стабилизированный источник питания, ток покоя и напряжение смещения на выходе усилителя также стабильны и зависят в основном от параметров ОУ. Резистор R14 защищает выход усилителя от короткого замыкания в нагрузке и перегрузки по току. Сопротивление этого резистора (10 Ом) обеспечивает согласование головных телефонов с выходом усилителя. После долгих поисков на одном из сайтов производителя головных телефонов нашлось коротенькое предложение, объясняющее это решение. Как правило, в портативной аппаратуре, имеющей выходы для головных телефонов сопротивлением на 32 Ома, установлены маломощные усилители, имеющие выходное сопротивление около 10 Ом, и изготовители учитывают это. Поэтому выходное сопротивление разработанного усилителя выбрано 10 Ом. До выходного напряжения 1 В усилитель работает в классе А, поэтому отсечка тока происходит за пределами максимальных режимов, и усилитель имеет чрезвычайно низкие нелинейные искажения.

Оба канала усилителя собраны на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита, её чертёж и расположение элементов показаны на **рис. 2**. В обозначениях элементов второго канала усилителя присутствует префикс 2. При изготовлении устройств с малыми нелинейными искажениями следует обращать особое внимание на разводку платы и расположение элементов, так как наличие всевозможных петель проводников и неправильно выбранных точек подключения линий питания и общего провода может вызвать многократное увеличение амплитуды и количества гармоник. Этому особенно подвержены многоканальные усилители, получающие питающее напряжение от одного блока питания. Наверное, поэтому в настоящее время при проектировании высококачественных усилителей применяется концепция "двойное моно", когда каждый канал усилителя получает питание от отдельного источника питания, гальванически развязанного от остальных. Однако использование раздельного питания для небольших и маломощных усилителей способно сильно их усложнить.

Поэтому было принято решение применить печатную плату с общими для обоих каналов питающими шинами. Практически все элементы подключены к общим конденсаторам развязки отдельными проводниками. Измерение полученных параметров подтвердило правильность принятого решения. Транзисторы VT5, 2VT5, VT6 и 2VT6 закреплены на внешнем теплоотводе и изолированы от него слюдяными прокладками. В качестве теплоотвода в данном случае использовано основание корпуса толщиной 2,5 мм, изготовленное из алюминиевого сплава.

Блок питания состоит из сетевого адаптера переменного тока и двух электронных стабилизаторов напряжения, собранных на отдельной печатной плате. Схема стабилизаторов показана на **рис. 3**. Переменное напряжение 9 В с сетевого адаптера поступает на два однополупериодных выпрямителя на диодах VD1 и VD2. Пульсации выпрямленного напряжения плюсовой и минусовой полярностей сглаживают конден-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

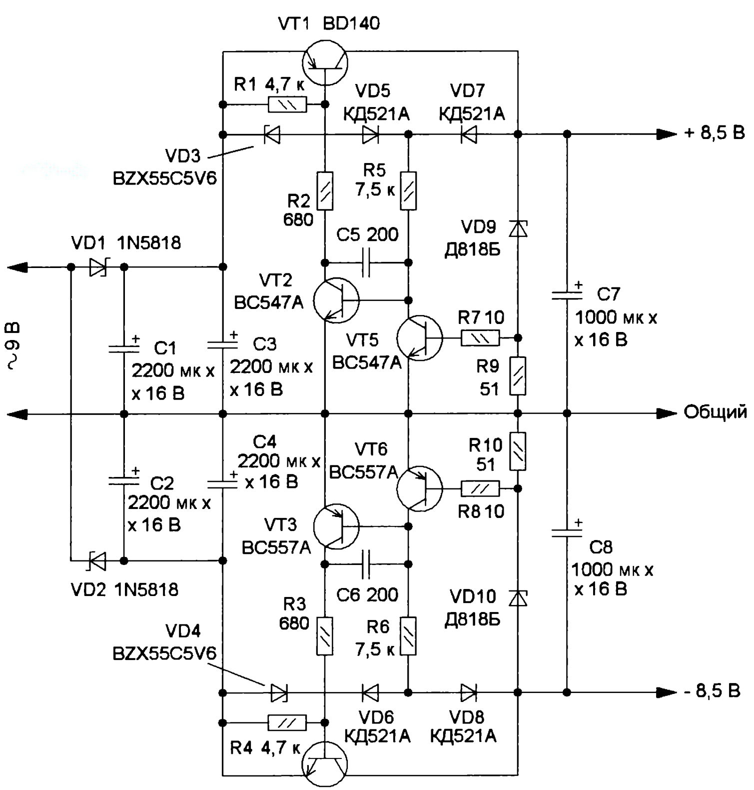
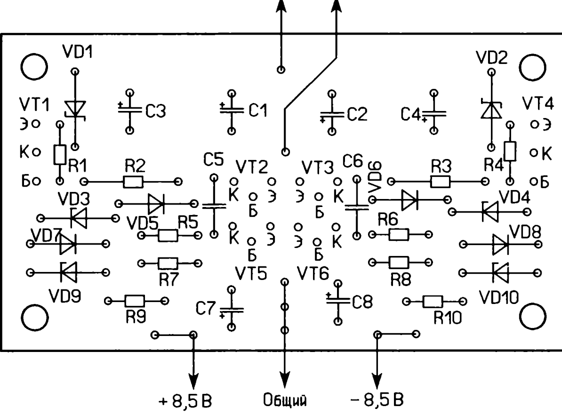


Рис. 3



75

42

Рис. 4

саторы C1—C4. Так как такие простейшие выпрямители имеют повышенное напряжение пульсаций, суммарная ёмкость сглаживающих конденсаторов в каждом канале — 4400 мкФ. Для улучшения параметров стабилизации использованы стабилизаторы напряжения с малым минимальным падением напряжения. Подобные схемы [2] часто применялись в аппаратуре несколько десятилетий назад с применением германиевых транзисторов. Во время моделирования схемы стабилизатора было выявлено, что питание транзистора VT5 (VT6) стабилизированным выходным напряжением значительно уменьшает напряжение пульсаций на выходе с 2 мВ до 40 мкВ, но при этом делает невозможным запуск стабилизатора. Чтобы обеспечить его запуск, были введены стабилитрон VD3 (VD4) и диоды VD5 (VD6), VD7 (VD8).

Напряжение с выхода выпрямителя через стабилитрон VD3 (VD4) и открытый диод VD5 (VD6) поступает на транзистор VT5 (VT6), поэтому происходит запуск стабилизатора. После этого выходное напряжение через открытый диод VD7 (VD8) поступает на резистор R5 (R6), диод VD5 (VD6) закрывается и переводит транзистор VT5 (VT6) на питание стабилизированным напряжением с выхода стабилизатора. Стабилитрон VD3 (VD4) уменьшает поступающее с выпрямителя напряжение. Так как в стабилизаторе отсутствуют элементы подстройки, желательно попарно подобрать стабилитроны обоих плеч. В авторском варианте установлены прецизионные стабилитроны серии Д818 с напряжением стабилизации 7,4 В. Напряжение на выходе стабилизаторов — около 8,5 В, разница (по модулю) напряжений между выходами стабилизатора составила сотые доли вольта.

Для питания усилителя не важен точный подбор питающих напряжений, можно применить и другие стабилитроны с отклонением напряжения стабилизации ±0,5 В, важна только симметрия. Плата стабилизаторов установлена внутри корпуса устройства, доступ к ней во время эксплуатации невозможен, поэтому защита от короткого замыкания не разрабатывалась. Чертёж печатной платы стабилизаторов и расположение элементов на ней показаны на **рис. 4**. Транзисторы VT1 и VT4 через слюдяную прокладку закреплены на теплоотводе — основании корпуса.

Устройство защиты головных телефонов. Излучатели современных высококачественных головных телефонов имеют очень "нежную" конструкцию и могут быть выведены из строя при появлении на выходе усилителя аварийного постоянного напряжения. Для исключения такой ситуации применено устройство защиты, схема которого показана на **рис. 5**. Порог срабатывания устройства для обеих полярностей поступающего напряжения — 30 мВ. Устройство защиты состоит из входных ФНЧ R1C1 (R2C2), четырёх компараторов на ОУ DA1.1—DA1.4: два — для плюсового и два — для минусового входного напряжения, простейшей схемы "ИЛИ" на диодах VD1—VD4 и ключевого каскада на транзисторах VT1, VT2, управляющего электромагнитным реле K1. Неполярные конденсаторы C1 и C2 замыкают переменную составляющую выходного сигнала УЗЧ на общий провод, исключая его прохождение на входы компараторов. Компараторы на ОУ DA1.1 и DA1.4 производят слежение за выходным напряжением УЗЧ плюсовой полярности, компараторы на ОУ DA1.2 и DA1.3 — за напряжением минусовой полярности. Стабилитрон VD5 увеличивает напряжение переключения транзистора VT2 на 5,6 В, а конденсаторы C6—C9 уменьшают чувствительность компараторов к переменному напряжению. Всё это повышает помехоустойчивость устройства.

Рис. 5

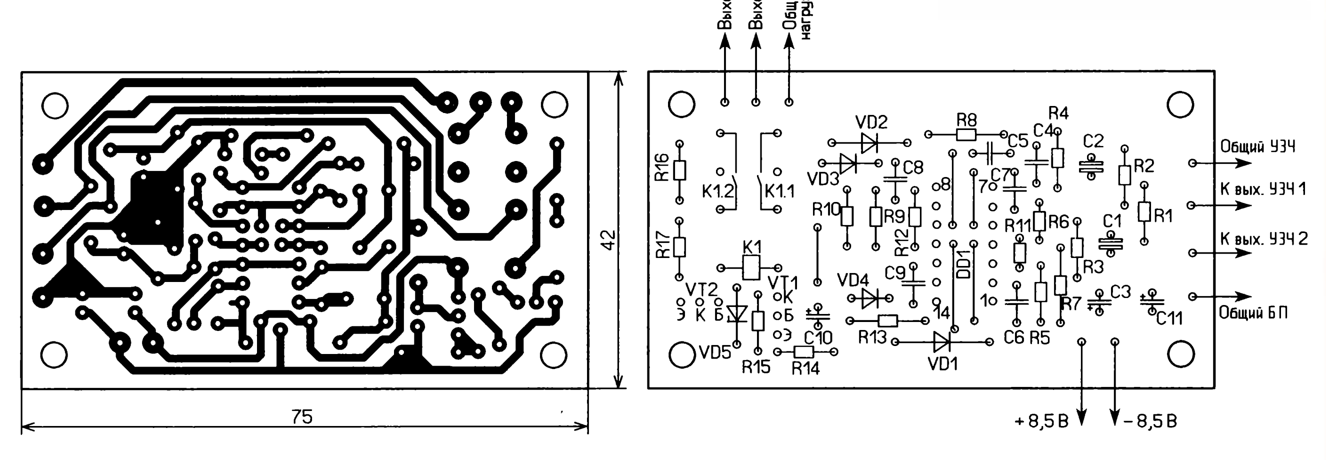


Рис. 6

При подаче питания на усилитель, если его режимы в норме, по истечении 2 с срабатывает реле K1 и выходы усилителей соединяются с нагрузкой. Указанная задержка определяется постоянной времени цепи R13C10. На выходах всех компараторов устанавливается постоянное напряжение около 8 В, что приводит к закрыванию диодов VD1—VD4, открыванию транзисторов VT1, VT2 и срабатыванию реле. В результате напряжение с выходов усилителей через контакты реле K1.1 и K1.2 поступает на нагрузку (головные телефоны).

При появлении постоянного напряжения более 30 мВ любой полярности на выходе любого из усилителей происходит переключение соответствующего компаратора и отключение нагрузки ключевым каскадом на транзисторах VT1 и VT2, который отключает питающее напряжение от реле K1. В этом состоянии устройство защиты может находиться сколь угодно долго, вплоть до выключения усилителя из сети.

Чертёж печатной платы устройства защиты и расположение на ней элементов показаны на **рис. 6**.

В устройстве применены постоянные резисторы, С2-23, MF25, подстроечные многооборотные — 3266W-1-202LF, СП5-2, переменный — RK1233G1. Оксидные неполярные конденсаторы — K50-6 (ECAP NP), оксидные полярные — K50-35 или импортные, остальные — K10-17. Взамен ОУ OPA2134 можно применить аналогичный OPA2132, но при выборе другой замены особое внимание следует уделить такому параметру, как коэффициент гармоник. Счетверённый ОУ TL084 можно заменить на любые ОУ с полевыми транзисторами на входе.

Транзисторы BC547A можно заменить любыми серии КТ3102, транзисторы BC557A — транзисторами серии КТ3107, замена транзисторов BD139 —

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

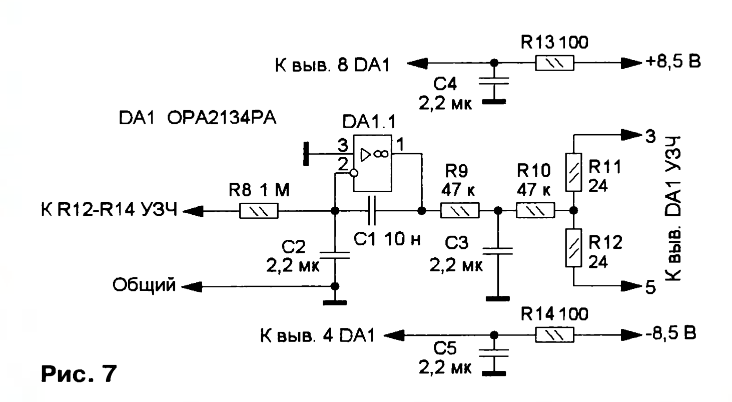


Рис. 7

транзисторы серии КТ815, замена транзисторов BD140 — транзисторы серии КТ814.

Диоды 1N5818 можно заменить любыми маломощными выводными выпрямительными диодами Шоттки, замена диодов КД521А — диоды серий КД522, 1N4118. Стабилитроны BZX55C5V6 можно заменить маломощными с напряжением стабилизации около 5,6 В, например КС156А. Реле — D2n V23105 A5006, его можно заменить аналогичным на номинальное напряжение 6...12 В, при этом, возможно, придётся скорректировать топологию печатной платы и подобрать резисторы R16 и R17.

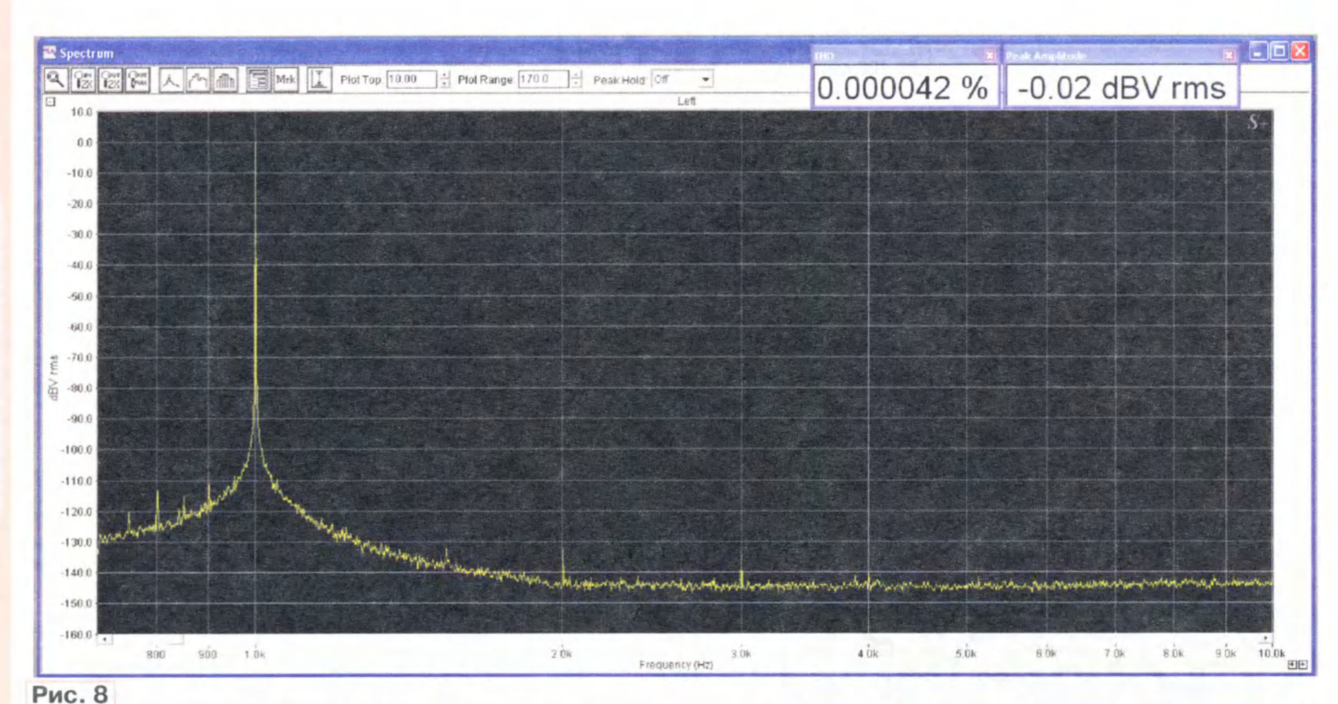


Рис. 8

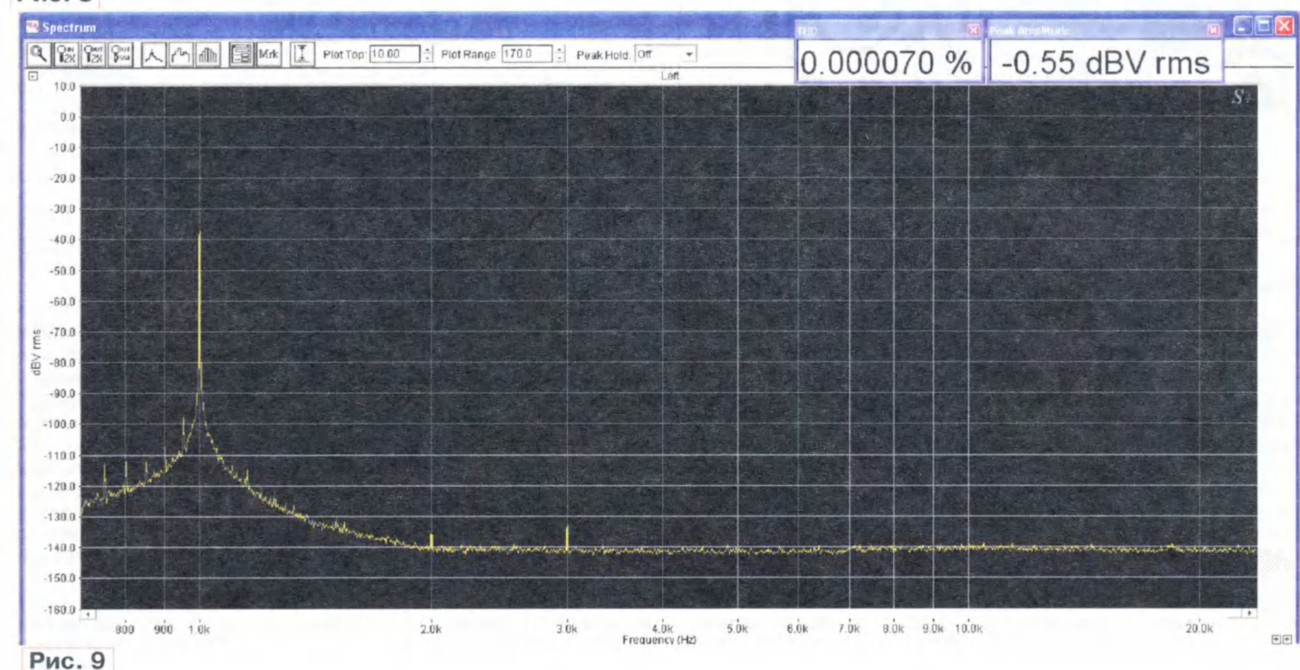


Рис. 9

Конструкция. Усилитель собран в самодельном корпусе размерами 160×95×55 мм из фольгированного стеклотекстолита. Элементы корпуса соединены между собой с помощью пайки. Снаружи корпус обклеен декоративной плёнкой. На передней панели сделано отверстие для регулятора громкости, все разъёмы размещены на задней панели. После проведения испытаний в задней панели были просверлены вентиляционные отверстия, что несколько уменьшило температуру внутри корпуса. При изготовлении единственного экземпляра усилителя совсем не обязательно использовать дорогой покупной корпус, так как не стоит стремиться "упаковать" в него не до конца отработанное и проверенное устройство.

Налаживание. Поскольку каждый узел собран на отдельной плате, налаживание удобнее проводить в следующей последовательности: стабилизаторы, устройство защиты и затем уже сам усилитель. По традиции рекомендуется начать этот процесс с тщательной проверки собранных узлов. После этого можно подключить сетевой адаптер к плате стабилизаторов, предварительно подключив к их выходам резисторы сопротивлением 100 Ом, мощностью не менее 1 Вт. Подключите адаптер к сети и измерьте напряжения на выходах стабилизаторов. Они должны быть равны 8,5 В (плюс—минус погрешности стабилитронов). Затем необходимо осциллографом проконтролировать пульсации выходного напряжения. При исправной работе стабилизаторов пульсаций выходных напряжений практически не наблюдается. Если это не так, следует измерить напряжение на входе и выходе стабилизаторов. При близком их значении, вероятнее всего, не хватает

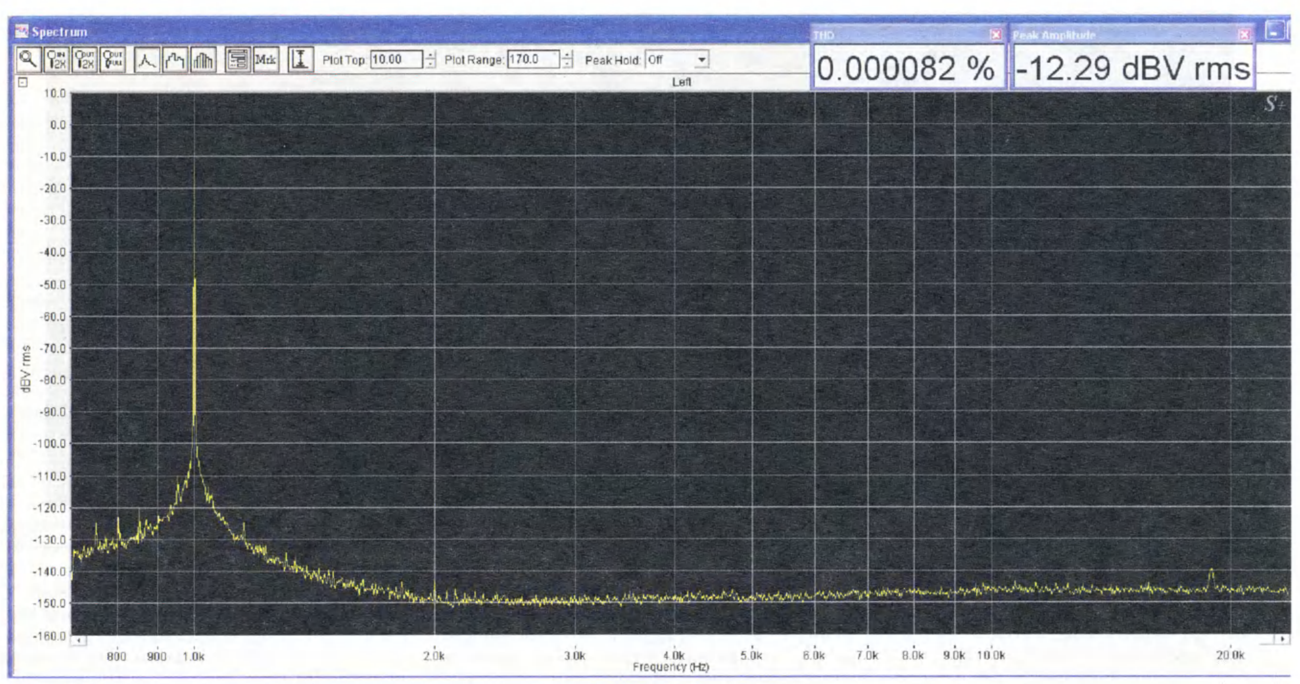


Рис. 10

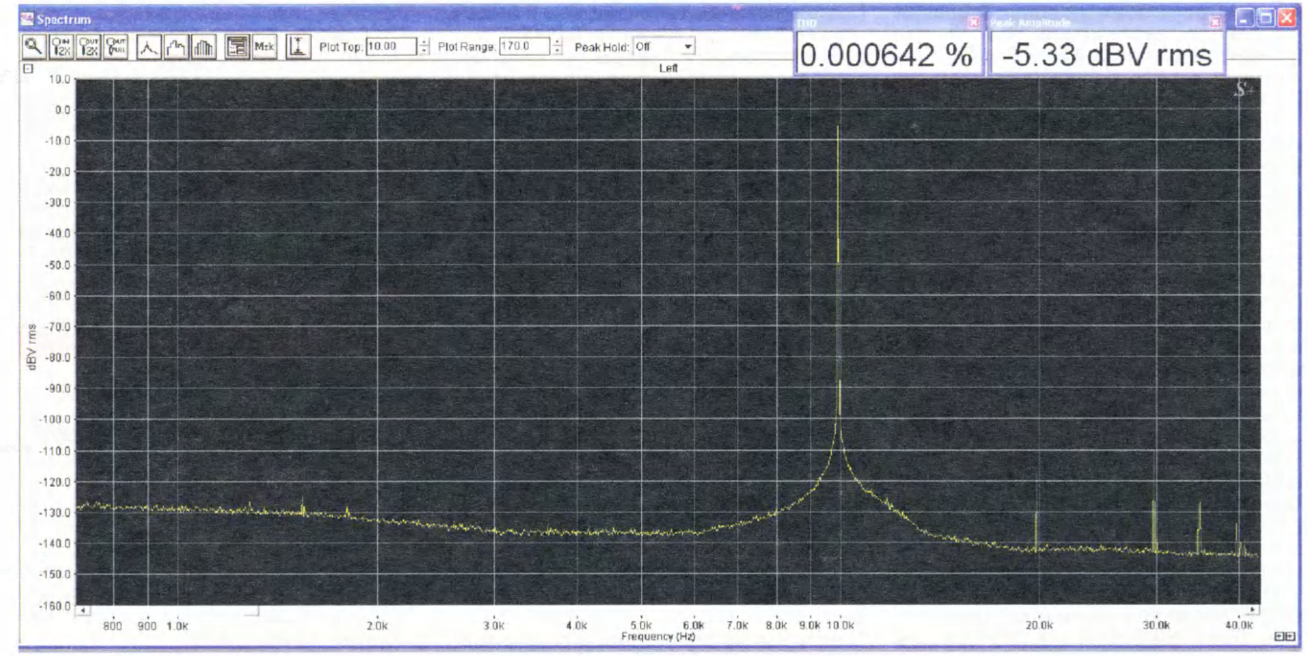


Рис. 11

мощности сетевого адаптера и его необходимо заменить. При любых действиях не забывайте отключать адаптер от сети. Напряжения в устройстве, конечно, безопасные, но устроить короткое замыкание и вывести из строя некоторые узлы вполне возможно.

После этого можно отключить нагрузочные резисторы от выходов стабилизаторов и подать напряжение на устройство защиты. Если ошибок нет, примерно через 2 с сработает реле. Далее следует проверить порог срабатывания компараторов. На резисторах R7 и R8 должно быть напряжение 30 мВ, но разной полярности. Затем последовательно проверяют напряжение срабатывания защиты обоих каналов, подавая постоянное напряжение разной полярности. При этом нужно учесть, что отключение реле происходит быстрее, чем включение.

После проверки стабилизаторов и устройства защиты можно приступить к проверке и налаживанию усилителя в целом. Перед подачей напряжения питания с помощью омметра следует установить сопротивление введённой части многооборотных резисторов R2 в обоих каналах равное 900 Ом, это упростит балансировку усилителя. У правильно собранного усилителя постоянное напряжение на выходах каналов до налаживания не должно превышать 100 мВ. Резистором R2 (2R2) устанавливают на выходах каналом минимально возможное постоянное напряжение. Затем следует проконтролировать падение напряжения на резисторах R12 и R13, оно должно быть 100 мВ, что свидетельствует о токе покоя около 50 мА. Если это так, налаживание усилителя можно считать законченным.

В дальнейшем при испытании усилителя в условиях повышенной температуры была выявлена нестабильность поддержания нуля у применённых операционных усилителей, что приводило к срабатыванию устройства защиты. Для устранения этого недостатка каждый канал усилителя был дополнен интегратором для компенсации температурных изменений, схема которого показана на **рис. 7**. Элементы интеграторов были смонтированы на небольших макетных печатных платах и приклеены термоклеем к плате усилителя. Для подключения выходов интегратора необходимо удалить с платы УЗЧ резистор R6 и подключить к этим точкам выходы интегратора (точки 3 и 5 на рис. 7). В интеграторе можно применить практически любые ОУ с полевыми транзисторами на входе. Значения коэффициента искажений, представленные в начале статьи, сняты с установленным интегратором и имеют немного меньшие значения (0,00007 % — с интегратором и 0,00009 % — без интегратора) но это не принципиально.

После завершения процедуры налаживания надо подключить к выходу каждого усилителя резисторы сопротивлением 32 Ом и подать на вход сигнал с низкочастотного генератора синусоидальной, затем прямоугольной формы. На сервере редакции имеются осциллограммы сигналов в усилителе (жёлтого цвета — входной сигнал, голубого цвета — выходной) и спектры выходных сигналов на частотах 1 и 9,9 кГц.

Для проведения измерения искажений была использована установка, состоящая из компьютера со встроенной звуковой картой Asus Xonar D1 Audio и программой Spectralab, а также генератора Г3-118. Спектр сигнала частотой 1 кГц, показанный на **рис. 8**, соответствует собственному спектру измерителя искажений. Спектр сигналов для выходного напряжения 1 В показан на **рис. 9**, а для выходного напряжения 0,25 В — на **рис. 10**. Аналогичные измерения проведены на частоте 9,9 кГц. Спектр выходного сигнала для напряжения 1 В показан на **рис. 11**, а для напряжения 0,25 В — на **рис. 12**.

Контрольное прослушивание усилителя с головными телефонами "Beyer-dynamic DT880" показало чрезвычайную лёгкость и прозрачность звучания, особенно духовых инструментов. Сравнения этого усилителя с заводскими моделями не проводилось. Звучание другого самодельного усилителя с искажениями 0,005 % на частоте 1000 Гц и с внешней звуковой картой PCM2912 на слух оказалось заметно хуже. Куда-то пропадала утончённость и чёткость звучания. Преимущество оказалось за усилителем с меньшими нелинейными искажениями.

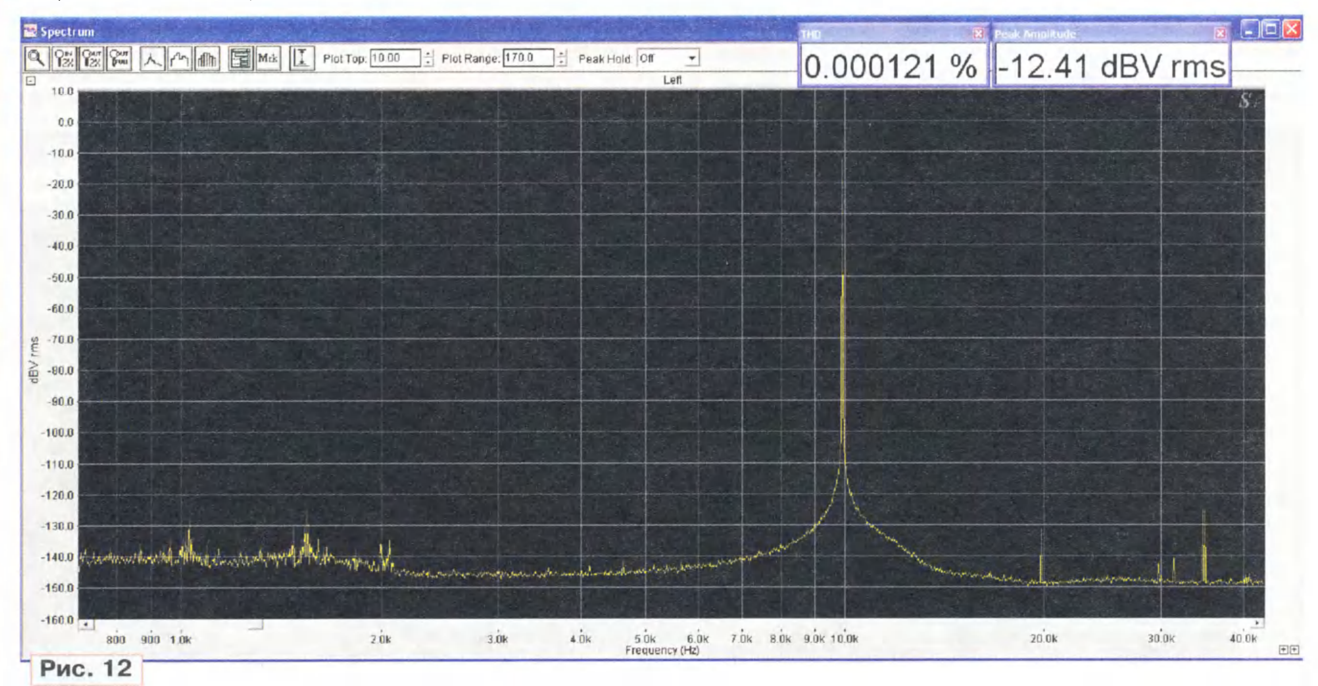


Рис. 12

ЛИТЕРАТУРА

1. **Селф Д.** Проектирование усилителей мощности звуковой частоты. — М.: ДМК пресс. Третье издание. 2009 г.

2. **Додонов Е.** Стабилизатор напряжения, защищённый от перегрузок. — Радио, 1967, № 1, с. 40.

От редакции. Чертежи печатных плат в формате Sprint LayOut, изображения осциллограмм и спектров сигналов имеются по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2019/10/amp32.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Современный музыкальный центр

А. БАШИРОВ, С. БАШИРОВ, г. Москва

Темброблоки

Как было отмечено в первой части статьи, к блоку управления можно подключать различные устройства, в том числе темброблоки. В этой части рассмотрены варианты темброблоков, собранных на широко распространённых микросхемах.

Стереотемброблок на микросхеме TDA7313

Микросхема TDA7313 — это звуковой двухканальный (стереофонический) процессор с цифровым управлением по шине I^{2}C. Он позволяет управлять уровнями громкости, балансом, тембром низких и высоких частот, регулировать уровни сигналов раздельно фронтального и тылового каналов. Благодаря использованию биполярной КМОП-технологии обеспечивается низкий уровень шумов и искажений, а также низкая потребляемая мощность. Этот процессор широко применяется в высококачественной звуковой технике, автомагнитолах, системах Hi-Fi.

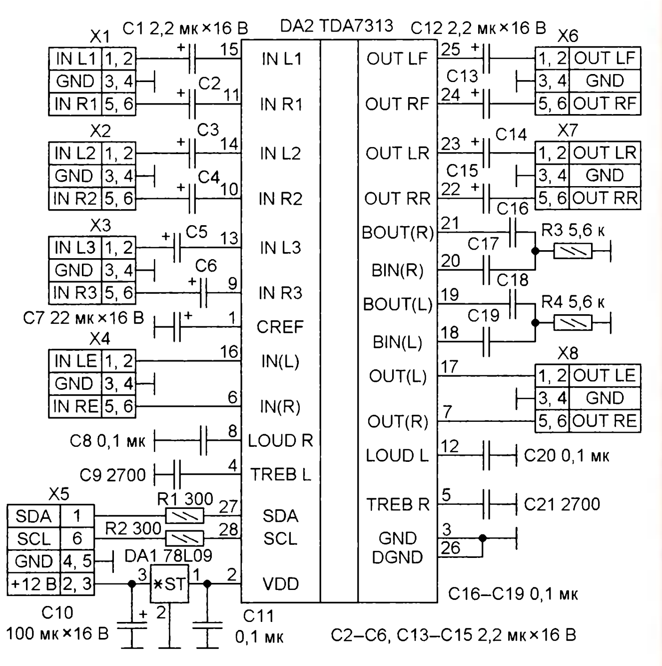


Рис. 1

Таблица 1

Старший разряд								
1	0	0	0	1	0	0	0	ACK

Приведём некоторые особенности TDA7313. В микросхеме имеется входной мультиплексор на три стереовхода, предусмотрена возможность выбора коэффициента усиления входов для разных источников сигнала, есть вход и выход для внешнего эквалайзера или системы шумоподавления, функция тонокомпенсации (Loudness), управление громкостью с шагом 1,25 дБ, управление тембром низких и высоких частот, четыре аттенюатора на выходе — четыре независимых регулятора с шагом 1,25 дБ для регулировки баланса и уровня сигнала, независимое отключение звука для каждого выхода.

Рассмотрим подробнее управление микросхемой по шине I^{2}C, которое заключается в записи в её внутренние регистры определённых значений.

Таблица 2

Функция	Старший разряд 7	6	5	4	3	2	1	0
Общая громкость	0	0	B2	B1	B0	A2	A1	A0
Аттенюатор левого канала, тыл	1	1	0	B1	B0	A2	A1	A0
Аттенюатор правого канала, тыл	1	1	1	B1	B0	A2	A1	A0
Аттенюатор левого канала, фронт	1	0	0	B1	B0	A2	A1	A0
Аттенюатор правого канала, фронт	1	0	1	B1	B0	A2	A1	A0
Переключение функций	0	1	0	G1	G0	S2	S1	S0
Тембр низких частот	0	1	1	0	C3	C2	C1	C0
Тембр высоких частот	0	1	1	1	C3	C2	C1	C0

Формат управляющего слова имеет следующий вид: S_SLAVE ADDRESS_A_SUBADDRESS_A_P, где S — стартовый импульс;

SLAVE ADDRESS — адрес (код) устройства (для процессора TDA7313 адрес устройства — 10001000);

A — разделитель полей управляющего слова (высокий уровень, выдаваемый устройством как ответ на правильно принятый байт данных);

SUBADDRESS — адрес регистра управления параметром и одновременно значением этого параметра. В этом заключается одно из отличий TDA7313, например от TDA8425;

P — стоповый импульс, сигнализирующий об окончании передачи управляющего слова.

Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2019, № 8

Таблица 3

Функция	G1	G0	S2	S1	S0
Стереоканал 1				0	0
Стереоканал 2				0	1
Стереоканал 3				1	0
Стереоканал 4				1	1
Включение тонкомпенсации			0		
Отключение тонкомпенсации			1		
Усиление на +11,25 дБ	0	0			
Усиление на +7,5 дБ	0	1			
Усиление на +3,75 дБ	1	0			
Усиление на 0 дБ	1	1			

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Управляющее слово микроконтроллер передаёт каждый раз, когда необходимо изменить тот или иной параметр.

Сначала необходимо адресовать саму микросхему. Для этого по линии данных в процессор отправляется первый байт с адресом устройства (**табл. 1**).

Следующий шаг — адресация внутреннего регистра TDA7313. Старшие разряды этого регистра адресуют функцию, а младшие содержат непосредственно данные (**табл. 2**).

Значения A0—A2 устанавливают в регуляторах уровень громкости во всех каналах с шагом 1,25 дБ, B0—B2 устанавливают уровень громкости во всех каналах с шагом 10 дБ. Чем больше значение байта, тем соответственно выше уровень громкости.

Значения A0—A2 устанавливают в аттенюаторах уровень ослабления для выбранного канала с шагом 1,25 дБ, B0—B1 устанавливают уровень ослабления для выбранного канала с шагом 10 дБ. Чем больше значение байта, тем соответственно больше ослабление.

Значения C0—C3 регулируют низкие и высокие частоты.

В **табл. 3** приведены значения параметров G0, G1, S0—S2 из табл. 2.

Микросхема включена по типовой схеме включения (**рис. 1**). Темброблок собран на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Поскольку микросхему TDA7313 выпускают в двух видах корпусов, приведены два варианта печатных плат: для корпуса DIP28 — на **рис. 2**, для корпуса SO28 — на **рис. 3**. Все элементы — для поверхностного монтажа: полярные конденсаторы — танталовые типоразмера А или В, резисторы и керамические конденсаторы — типоразмера 1206 или 0805. Они установлены на одной стороне платы. Расположение элементов показано для корпуса DIP28 на **рис. 4**, для корпуса SO28 — на **рис. 5**.

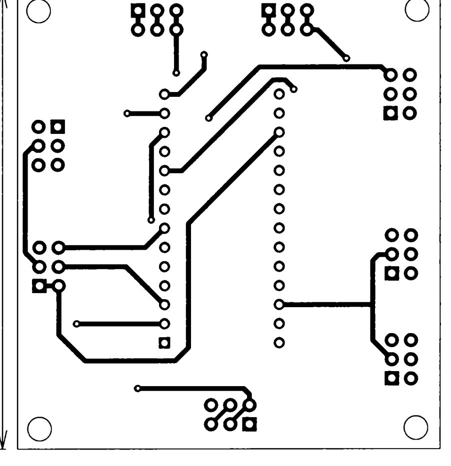


Рис. 2

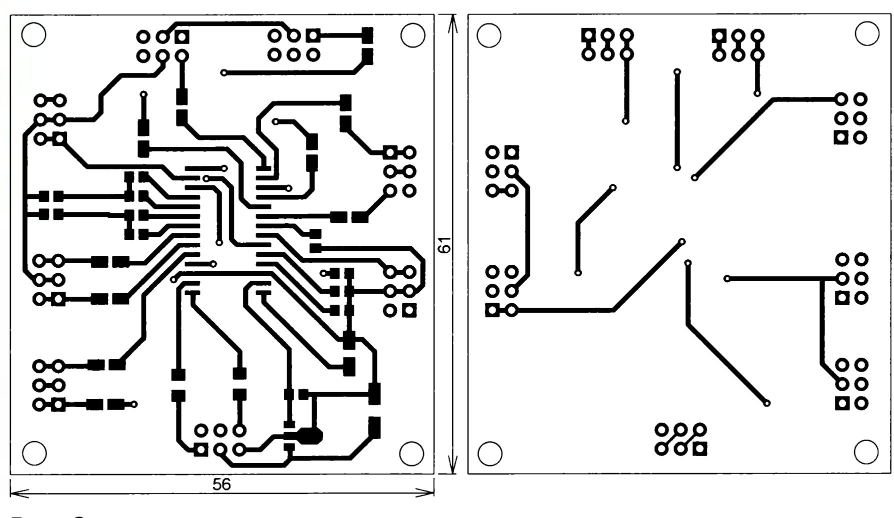


Рис. 3

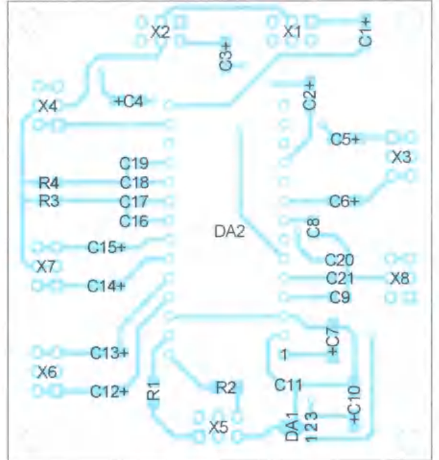


Рис. 4

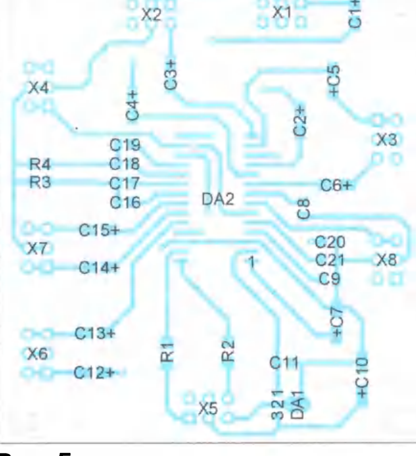


Рис. 5

Стереотемброблок на микросхеме TDA8425

Микросхема TDA8425 — это звуковой двухканальный (стереофонический) процессор с цифровым управлением по шине I²C. Применяется в Hi-Fi-аппаратуре и телевизионной технике.

Основные функции, выполняемые процессором, — выбор одного из двух входов по каждому каналу; режимы псевдостерео, пространственного стерео, линейного стерео и принудительного моно; управление громкостью и балансом в каждом канале; управление тембром низких и средних частот; режим отключения звука (MUTE); автоматический перезапуск процессора при подаче питания.

Управление микросхемой по шине I²C заключается в записи в её внутренние регистры определённых значений.

Формат управляющего слова имеет следующий вид:

S_SLAVE ADDRESS_A_SUBADDRESS_A_DATA_A_P, где S — стартовый импульс;

SLAVE ADDRESS — адрес (код) устройства (для процессора TDA8425 адрес устройства — 10000010);

A — разделитель полей управляющего слова (высокий уровень, выдаваемый устройством как ответ на правильно принятый байт данных);

SUBADDRESS — адрес регистра управления параметром;

DATA — данные установки значения параметра;

Таблица 4

Старший разряд								
1	0	0	0	0	0	1	0	ACK
							1 (при записи)	

Таблица 5

Функция	128	64	32	16	8	4	2	1
	Старший разряд							
	7	6	5	4	3	2	1	0
Громкость левого канала	0	0	0	0	0	0	0	0
Громкость правого канала	0	0	0	0	0	0	0	1
Тембр НЧ	0	0	0	0	0	0	1	0
Тембр ВЧ	0	0	0	0	0	0	1	1
Переключение функций	0	0	0	0	1	0	0	0

Таблица 6

Функция	Старший разряд							
	7	6	5	4	3	2	1	0
Громкость левого канала	1	1	V05	V04	V03	V02	V01	V00
Громкость правого канала	1	1	V15	V14	V13	V12	V11	V10
Тембр НЧ	1	1	1	1	BA3	BA2	BA1	BA0
Тембр ВЧ	1	1	1	1	TR3	TR2	TR1	TR0
Переключение функций	1	1	MU	EFL	STL	ML1	ML0	IS

Таблица 7

Функция	ML1	ML0	IS	Канал
Стерео	1	1	0	1
Стерео	1	1	1	2
Вход 1	0	1	0	1
Вход 2	1	0	0	1
Вход 1	0	1	1	2
Вход 2	1	0	1	2

Таблица 8

Режим	STL	EFL
Пространственное стерео	1	1
Линейное стерео	1	0
Псевдостерео	0	1
Моно	0	0

Таблица 9

Отключение	MU
Отключить звук[1]	1
Включить звук	0

[1] Значение по умолчанию, после подачи питания.

P — стоповый импульс, сигнализирующий об окончании выдачи управляющего слова.

Управляющее слово выдаётся контроллером каждый раз, когда необходимо изменить тот или иной параметр.

Сначала необходимо адресовать саму микросхему. Для этого по линии данных в процессор отправляется первый байт с адресом устройства (**табл. 4**).

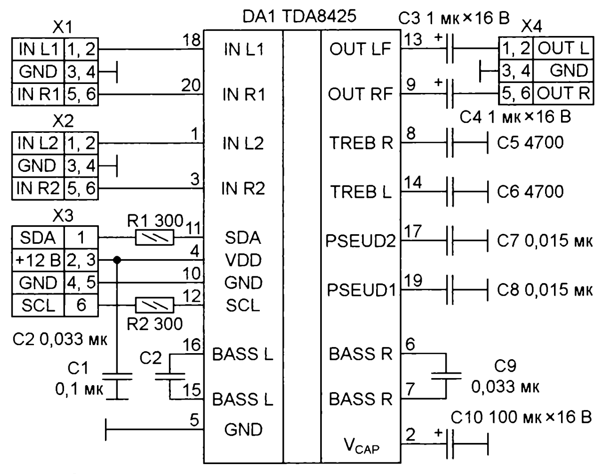


Рис. 6

Следующий шаг — адресация внутреннего регистра TDA8425 (**табл. 5**).

Третий байт — непосредственно значение, записываемое в адресованный на втором шаге регистр (**табл. 6**).

Значения V00—V05 устанавливают уровень громкости левого канала, V10—V15 — правого. Чем больше значение байта, тем выше уровень громкости.

Значения BA0—BA3 и TR0—TR3 таким же образом регулируют низкие и высокие частоты.

Назначения остальных разрядов приведены в **табл. 7—9**.

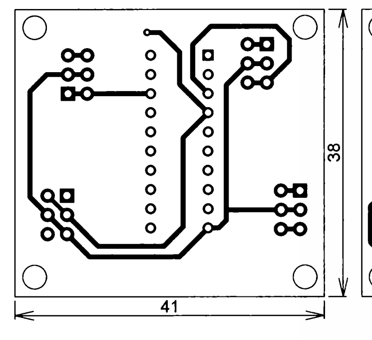


Рис. 7

Процессор TDA8425 включён по типовой схеме (**рис. 6**). Темброблок собран на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 7**. Применены элементы для поверхностного монтажа: полярные конденсаторы — танталовые типоразмера A или B, резисторы и керамические конденсаторы — типоразмера 1206 или 0805. Они установлены на одной стороне платы. Расположение элементов показано на **рис. 8**.

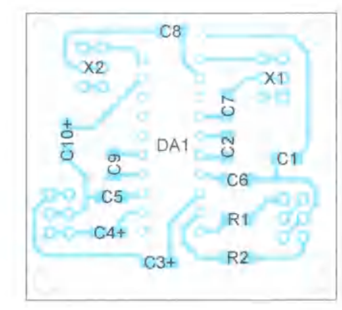


Рис. 8

Стереотемброблок на микросхеме TEA6320

Микросхема TEA6320 — это процессор, представляющий собой звуковой двухканальный (стереофонический) предварительный усилитель с цифровым управлением по шине I^2C. Его применяют в автомобильных магнитолах, системах Hi-Fi.

Основные функции, выполняемые процессором, — выбор одного из четырёх стереовходов или одного входа сигнала моно; возможность подключения внешнего узла шумоподавления; возможность подключения внешнего эквалайзера; управление громкостью и балансом, интервал

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Таблица 10

Старший разряд								
1	0	0	0	0	0	0	0	ACK
							1 (при записи)	

Управление микросхемой по шине I^2C заключается в записи в её внутренние регистры определённых значений.

Формат управляющего слова имеет следующий вид:

S_SLAVE ADDRESS_A_SUBADDRESS_A_DATA_A_P, где S — стартовый импульс;

SLAVE ADDRESS — адрес (код) устройства (для процессора TEA6320 адрес устройства — 10000000).

A — разделитель полей управляющего слова (высокий уровень, выдаваемый устройством как ответ на правильно принятый байт данных);

SUBADDRESS — адрес регистра управления параметром;

DATA — данные установки значения параметра;

P — стоповый импульс, сигнализирующий об окончании выдачи управляющего слова.

Управляющее слово выдаётся контроллером каждый раз, когда необходимо изменить тот или иной параметр.

Сначала необходимо адресовать саму микросхему. Для этого по линии данных в процессор отправляется первый байт с адресом устройства (**табл. 10**).

Таблица 11

Функция	Старший разряд 7	6	5	4	3	2	1	0
Громкость	0	0	0	0	0	0	0	0
Регулятор правого канала, фронт	0	0	0	0	0	0	0	1
Регулятор левого канала, фронт	0	0	0	0	0	0	1	0
Регулятор правого канала, тыл	0	0	0	0	0	0	1	1
Регулятор левого канала, тыл	0	0	0	0	0	1	0	0
Тембр НЧ	0	0	0	0	0	1	0	1
Тембр ВЧ	0	0	0	0	0	1	1	0
Переключение функций	0	0	0	0	0	1	1	1

Таблица 12

Функция	Бит	Старший разряд 7	6	5	4	3	2	1	0
Громкость	V	ZCM	LOFF	V5	V4	V3	V2	V1	V0
Регулятор правого канала, фронт	FFR	X	X	FFR5	FFR4	FFR3	FFR2	FFR1	FFR0
Регулятор левого канала, фронт	FFL	X	X	FFL5	FFL4	FFL3	FFL2	FFL1	FFL0
Регулятор правого канала, тыл	FRR	X	X	FRR5	FRR4	FRR3	FRR2	FRR1	FRR0
Регулятор левого канала, тыл	FRL	X	X	FRL5	FRL4	FRL3	FRL2	FRL1	FRL0
Тембр НЧ	BA	X	X	X	BA4	BA3	BA2	BA1	BA0
Тембр ВЧ	TR	X	X	X	TR4	TR3	TR2	TR1	TR0
Переключение функций	S	GMU	X	X	X	X	SC2	SC1	SC0

Таблица 13

Выбранный вход	SC2	SC1	SC0
Вход 1	1	1	1
Вход 2	1	1	0
Вход 3	1	0	1
Вход 4	1	0	0
Вход моно	0	X	X

Таблица 14

Функция	GMU	ZCM
Звук включён	0	0
Звук будет включён после следующего пересечения точки 0	0	1
Звук выключен	1	0
Звук будет выключен после следующего пересечения точки 0	1	1

регулировки от −86 дБ до +20 дБ с шагом 1 дБ; управление тембром низких и высоких частот, интервал регулировки от +15 дБ (12 дБ для средних) до −12 дБ с шагом 1,5 дБ; тонкомпенсация при изменении уровня громкости; автоматическое отключение звука при снижении громкости до нуля; быстрое включение и выключение звука по I^2C; быстрое включение и выключение звука по выводу MUTE; автоматический перезапуск процессора при подаче питания.

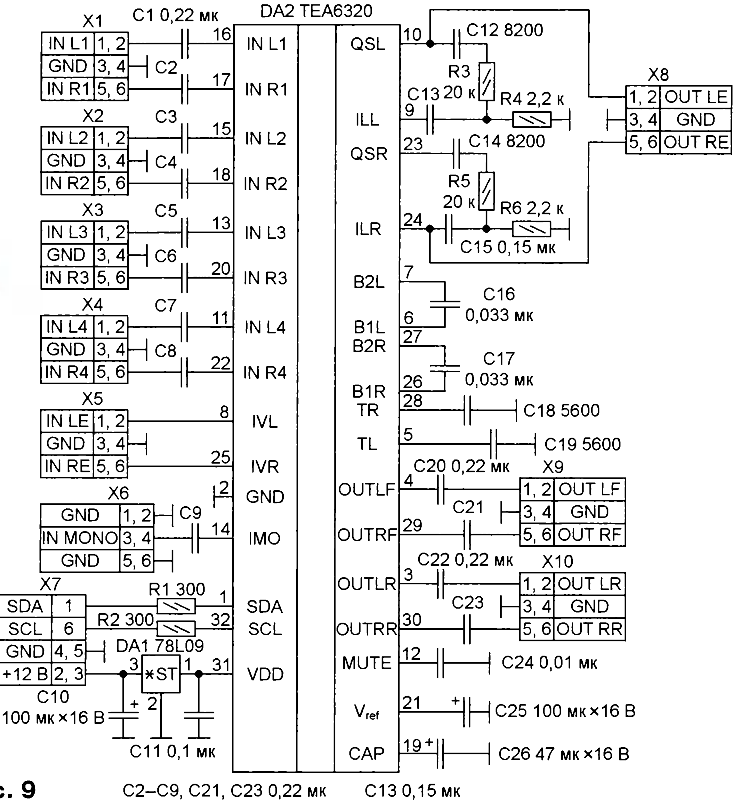


Рис. 9

C2–C9, C21, C23 0,22 мк   C13 0,15 мк

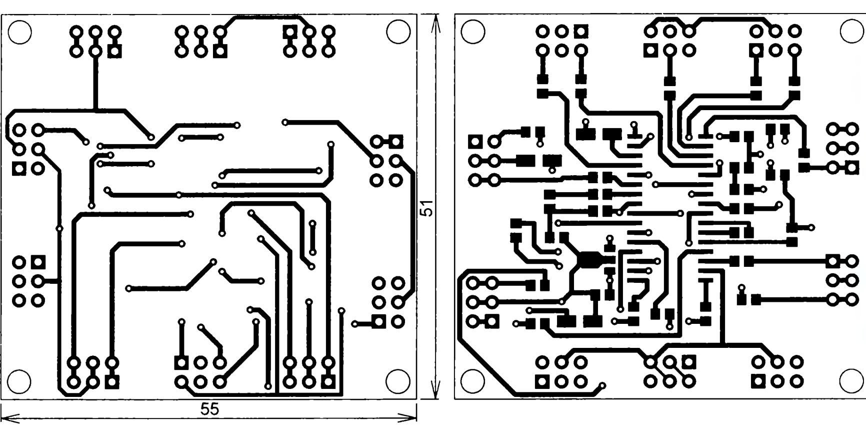


Рис. 10

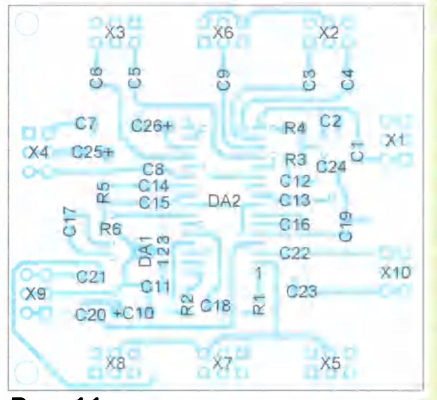


Рис. 11

Следующий шаг — адресация внутреннего регистра TEA6320 (**табл. 11**).

Третий байт — непосредственно значение, записываемое в адресованный на втором шаге регистр (**табл. 12**).

Значения V0—V5 — общая регулировка громкости, FFR—FFL — регулировка уровня громкости правого и левого фронтальных каналов, FRR—FRL — соответственно правого и левого тыловых каналов. Чем больше значение записано в регистр, тем выше уровень громкости.

Значения BA0—BA4 и TR0—TR4 — регулировка тембра низких и высоких частот соответственно.

SC2—SC0 — выбор источника сигнала (**табл. 13**).

GMU — управление общим отключением звука на всех выходах, 0 — звук включён, 1 — звук выключен (**табл. 14**).

ZCM — автоматическое выключение звука при переходе сигнала через ноль (табл. 14).

LOFF — тонкомпенсация, включается, когда установлен 0.

Процессор TEA6320 включён по типовой схеме (**рис. 9**). Темброблок собран на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 10**. Применены микросхема в корпусе SO32 и элементы для поверхностного монтажа: полярные конденсаторы — танталовые типоразмера A или B, резисторы и керамические конденсаторы — типоразмера 1206 или 0805. Они установлены на одной стороне платы. Расположение элементов показано на **рис. 11**.

(Окончание следует)

Зарядное устройство на основе микросхемы PT4115

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В статье предложено универсальное зарядное устройство на микросхеме PT4115 — импульсном стабилизаторе тока для питания светодиодов. С помощью этого устройства можно заряжать током до 1 А аккумуляторы и батареи с номинальным напряжением от 2,5 В до 24 В.

Микросхема PT4115 [1] представляет собой импульсный стабилизатор тока, и её основное назначение — питание осветительных светодиодов высокой яркости. Структурная схема этой микросхемы, взятая из [1], показана на **рис. 1**. В состав микросхемы входят ключ на полевом транзисторе, управляемый драйвером (GATE DRIVER), на вход которого поступают сигналы с компараторов CS COMPARATOR и UVLO COMPARATOR, а также с буферного каскада управления (DIM BUFFER), источник образцового напряжения BANDGAP REF и стабилизатор напряжения питания REGULATOR. С помощью первого компаратора осуществляется контроль за потребляемым током, второй контролирует напряжение питания и выключает драйвер при его снижении до 5,1 В и менее. Стабилизатор напряжения обеспечивает стабильным напряжением 5 В все узлы микросхемы.

Рис. 1

Микросхему выпускают в двух типах корпусов: SOT89-5 и ESOP-8. Основная схема включения для первого типа корпуса показана на **рис. 2**. Максимальная частота, на которой работает импульсный преобразователь, — 1 МГц. Рекомендуемая индуктивность дросселя — 68 мкГн, он должен быть рассчитан на ток больший, чем ток нагрузки. Диод должен быть быстродействующим, желательно Шоттки, конденсатор C1 — блокировочный, его установка обязательна. Резистор R1 — датчик тока, с его помощью устанавливают максимальный ток нагрузки: $I_{макс}$ = 0,1/R1. Для этой микросхемы $I_{макс}$ = 1,2 А, а максимальная рассеиваемая мощность — 1,5 Вт, мощность нагрузки может достигать 30 Вт. Напряжение источника питания — 6...30 В. КПД, в зависимости от варианта применения, — до 97 %. Ин-

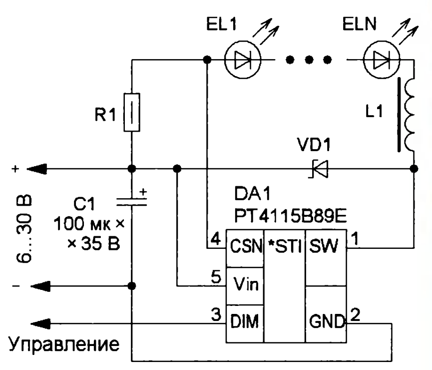


Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

тервал рабочих температур микросхемы — –40...+85 °С. Имеется встроенная защита от превышения температуры, порог её срабатывания — 160 °С при гистерезисе 20 °С.

Подавая определённые сигналы на вход DIM, можно регулировать ток нагрузки от $I_{макс}$ до нуля. Эти сигналы могут быть как аналоговыми (постоянное напряжение), так и импульсными. При изменении постоянного напряжения от 0,5 до 2,5 В выходной ток изменяется практически от нуля до $I_{макс}$. При напряжении менее 0,3 В работа преобразователя прекращается. Потребляемый при этом микросхемой ток не превышает 100 мкА. Изменяя коэффициент заполнения импульсного сигнала (амплитуда напряжения — 5 В, максимальная частота — 50 кГц) от 0,02...0,04 до 1, можно изменять выходной ток в тех же пределах относительно максимального значения.

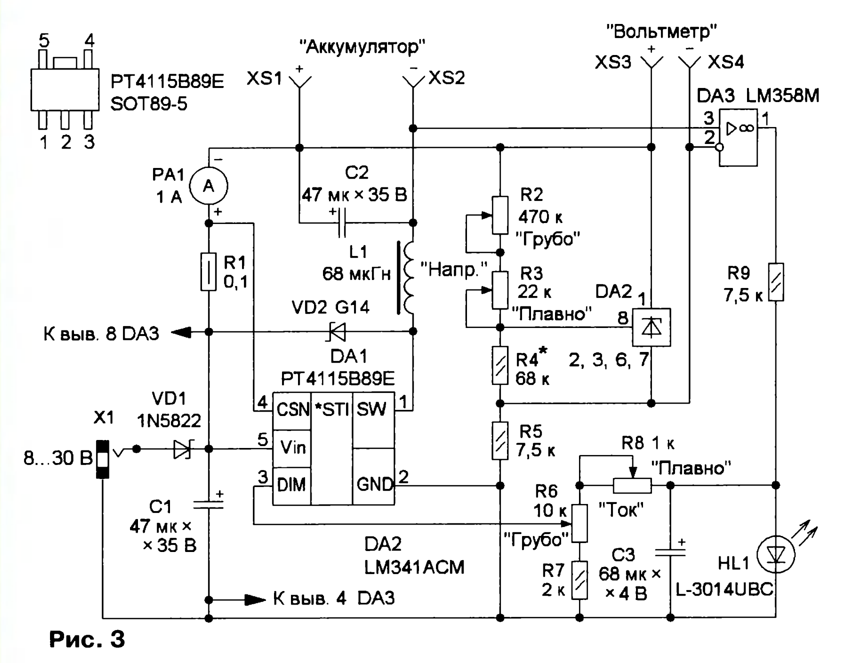


Рис. 3

Используя описанные выше параметры микросхемы PT4115, на её основе можно сделать универсальное экономичное зарядное устройство (ЗУ). В отличие от ЗУ на линейных микросхемах, например, LM317 или LN200, предлагаемое устройство существенно экономичнее, поскольку стабилизатор тока на микросхеме PT4115 импульсный.

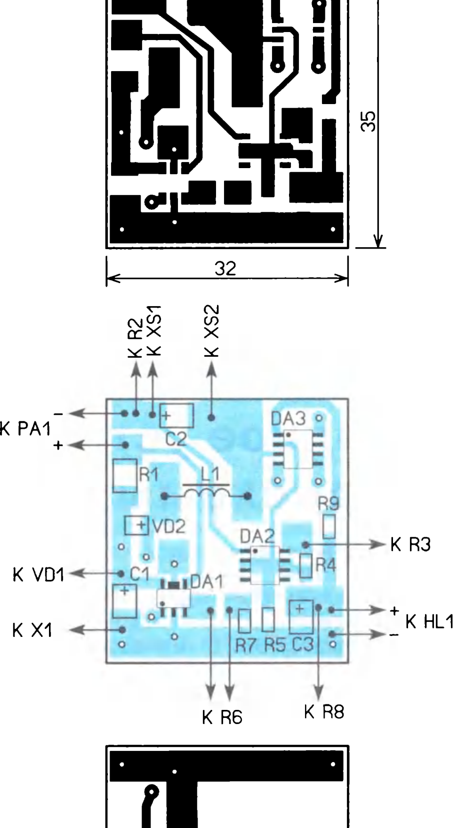
Схема универсального ЗУ показана на **рис. 3**. С его помощью можно заряжать различные аккумуляторы и аккумуляторные батареи напряжением от 2,5 до 24 В. Максимальный ток зарядки — 1 А, он, конечно, зависит от мощности источника питания ЗУ. Импульсный стабилизатор тока собран на микросхеме DA1, накопительном дросселе L1 и выпрямительном диоде VD2. Конденсатор C1 — блокировочный по цепи питания, конденсатор C2 сглаживает пульсации напряжения на заряжаемом аккумуляторе, который подключают к гнёздам XS1 и XS2. Датчик тока собран на резисторе R1. Поскольку в большинстве случаев точного измерения тока зарядки не требуется, для его контроля и индикации применён стрелочный амперметр PA1 с пределом 1 А. Регулировку тока зарядки осуществляют с помощью переменных резисторов R6 (грубо) и R8 (плавно).

На ОУ DA3 совместно с регулируемым источником образцового напряжения — микросхемой DA2 (параллельный стабилизатор напряжения) — реализован узел контроля и ограничения напряжения на заряжаемом аккумуляторе. Светодиод HL1 служит индикатором режима работы ЗУ. Резистор R9 — токоограничивающий. Поскольку сама микросхема PT4115 требует минимального напряжения питания 6 В, напряжение питания ЗУ должно быть примерно на 6 В больше, чем максимальное напряжение аккумулятора или аккумуляторной батареи.

Для установки конечного напряжения зарядки используют внешний вольтметр (мультиметр), который подключают к гнёздам XS3, XS4. Сделано это для упрощения конструкции, но ничто не мешает ввести в это ЗУ модули цифрового амперметра и вольтметра, которые можно недорого приобрести в Интернете.

Процедура зарядки следующая. К гнёздам XS3 и XS4 подключают вольтметр и с помощью резисторов R2 (грубо) и R3 (плавно) устанавливают напряжение, до которого следует зарядить аккумуляторную батарею. Регуляторы тока (R6, R8) устанавливают на минимум и подключают батарею. При этом напряжение на неинвертирующем входе ОУ DA3 будет больше, чем на инвертирующем, поэтому на выходе ОУ будет напряжение, близкое к напряжению питания, и светодиод HL1 станет светить. Напряжение на светодиоде — около 2,6 В, оно используется как образцовое для установки тока зарядки резисторами R6 и R8. Начинается процесс зарядки.

По мере зарядки напряжение на аккумуляторной батарее увеличивается, и постепенно напряжения на входах ОУ DA3 сравниваются. Как только напряжение на инвертирущем входе превысит напряжение на неинвертирующем, на выходе ОУ напряжение уменьшится. Яркость светодиода HL1 также уменьшится или он совсем погаснет. Это приводит к тому, что напряжение на движке резистора R6, от которого зависит ток зарядки, уменьшается. В результате и ток зарядки уменьшается. Таким образом, на батарее аккумуляторов в дальнейшем поддерживается постоянное напряжение, а зарядный ток уменьшается, что можно контролировать с помощью амперметра.



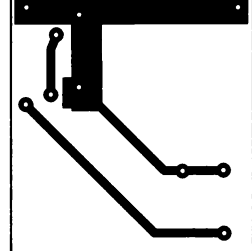


Рис. 4

Бо́льшая часть элементов размещена на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой показан на **рис. 4**. В устройстве применены переменные резисторы СП4-1, СП3-4, СП3-9 или аналогичные импортные, постоянные резисторы — для поверхностного монтажа, R1 — типоразмера 2512, остальные — типоразмера 1206. Конденсаторы C1—C3 — танта-

ловые для поверхностного монтажа типоразмера C или D. Диод VD1 — быстродействующий Шоттки с допустимым током не менее 2...3 А, светодиод может быть другого свечения с диаметром корпуса 3...5 мм, главное, чтобы у него номинальное напряжение было в пределах 2,5...2,7 В. Для подключения источника питания можно применить любое гнездо. Гнезда XS1, XS2 — также любые, например зажимы "крокодил". Гнёзда XS3, XS4 должны быть рассчитаны на подключение щупов вольтметра (мультиметра). Дроссель — выводной RLB1314 [2] или бескорпусный серии MSS1038 [3]. Амперметр — M42303 со встроенным шунтом, но можно применить и другой. Если его внутреннее сопротивление (шунт) 0,1...0,15 Ом, можно обойтись без датчика тока (резистора R1), его функцию сможет выполнить сам амперметр. Для этого его подключают взамен резистора R1, а контакты на плате для подключения амперметра замыкают. Соединительные провода должны быть толстые и короткие.

Рис. 5



Как уже было отмечено выше, напряжение источника питания должно быть на 6 В больше максимального напряжения заряжаемой аккумуляторной батареи, но не более 30 В. Источник питания должен обеспечивать максимальную мощность, поступающую на аккумулятор в процессе зарядки.

Налаживание проводят в следующей последовательности. Установив движки резисторов R2 и R3 в нижнее по схеме положение, подборкой резистора R4 устанавливают максимальное значение напряжения зарядки. При напряжении питания 30 В это напряжение — 24 В.

При большом внутреннем сопротивлении аккумуляторной батареи ближе к концу её зарядки возможно скачкообразное изменение тока, при этом светодиод начнёт мигать. Эта информация может быть также полезной.

Внешний вид устройства показан на **рис. 5**. В качестве корпуса была использована пластмассовая кассета от 3,5-дюймовых дискет. Она обрезана, и в ней сделаны соответствующие отверстия для резисторов, гнёзд, светодиода и амперметра. Чтобы случайно не "сбить" установленное напряжение зарядки, оси переменных резисторов R2 и R3 ручками можно не снабжать. Задняя стенка изготовлена из отрезка пластмассы толщиной 2...3 мм, на ней установлено гнездо питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. PT4115. 30V, 1.2A Step-down High Brightness LED Driver with 5000:1 Dimming. — URL: **https://datasheetspdf.com/pdf-file/735494/PowTech/PT4115/1** (30.08.19).

2. RLB Series Radial Inductors. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/229/DOC000229038.pdf** (30.08.19).

3. MSS1038 Series Shielded Surface Mount Power Inductors. — URL: **https://www.coilcraft.com/MSS1038.cfm** (30.08.19).

Зарядные устройства для Ni-Zn и Li-ion аккумуляторов

С. УСТИНОВ, г. Москва

Несколько лет назад в продаже появились Ni-Zn аккумуляторы типоразмеров AA и AAA. По ёмкости в ампер-часах они примерно соответствуют Ni-Cd аккумуляторам и имеют такое же малое выходное сопротивление. Но они полностью лишены так называемого "эффекта памяти". Главное же преимущество Ni-Zn аккумуляторов — более высокое номинальное напряжение, оно равно 1,65 В против 1,2 В у Ni-Cd. Поэтому их реальная энергоёмкость, выраженная в ватт-часах, почти в 1,5 раза выше, чему Ni-Cd аккумуляторов. Например, на упаковке Ni-Zn аккумуляторов типоразмера AA приводится значение ёмкости 2500 мВт·ч, что примерно соответствует 1,5 А·ч [1, 2]. Проведя исследования Ni-Zn аккумуляторов ROBITON типоразмера AA при разрядке током 0,3 А до конечного напряжения 1,3 В, я получил значение их ёмкости 1,3...1,35 А·ч, что примерно соответствует её минимально допустимым значениям, приведённым в [1, 2] — 1,375 А·ч и в [3] — 1,35 А·ч.

Ni-Mh аккумуляторы несколько превосходят Ni-Zn по удельной энергоёмкости, но значительно проигрывают им в величине выходного сопротивления. К тому же более высокое напряжение Ni-Zn аккумуляторов позволяет им более полноценно заменять гальванические элементы во многих устройствах. Анализируя отзывы в Интернете, можно сделать вывод, что эффективнее всего Ni-Zn аккумуляторы работают в устройствах с большим или средним потребляемым током — фотоаппараты, фотовспышки, радиоуправляемые модели, портативные радиостанции. В подобных устройствах вместо щелочных гальванических элементов часто используют Ni-Mh аккумуляторы. Но поскольку эти устройства рассчитаны на питание от элементов с напряжением 1,5 В, их автоматика может посчитать напряжение 1,2 В (нормальное для Ni-Mh и Ni-Cd аккумуляторов) недостаточным для нормальной работы и отключить устройство. Получается, что Ni-Mh и Ni-Cd аккумуляторы не всегда могут полноценно заменить гальванические элементы, так как во многих случаях отдадут только часть запасённой энергии. Ni-Zn аккумуляторы в таких случаях отдадут полный заряд. Ещё одно преимущество Ni-Zn аккумуляторов — более стабильное напряжение в течение разрядки. Например, при разрядке током 0,5C (0,7...0,8 А для аккумуляторов типоразмера AA) напряжение на нём практически во время разрядки будет снижаться с 1,75 до 1,55 В [1, 4].

Ni-Zn аккумуляторы могут успешно использоваться и в устройствах с небольшим потребляемым током. Например, мне удалось "вылечить" капризные настенные электронно-механические часы, которые нестабильно работали при напряжении элемента питания менее 1,3 В. Установка Ni-Zn аккумулятора полностью решила проблему. За полгода эксплуатации часов напряжение аккумулятора уменьшилось с 1,8 до 1,71 В. Это позволяет надеяться, что он проработает ещё как минимум столько же. У меня также имеется положительный опыт использования Ni-Zn аккумуляторов в ПДУ телевизора и в портативных промышленных измерительных устройствах с потребляемым током 5...10 мА. Непременное условие такого применения — регулярный контроль напряжения каждого аккумулятора, так как их не рекомендуется разряжать ниже 1,3 В [2, 3].

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2019

Данные о долговечности Ni-Zn аккумуляторов отличаются в разных источниках. В [2] приводится значение не менее 200 циклов зарядка—разрядка, в [3] — 250—370 циклов, в [1] — 500 циклов! Это, очевидно, связано с тем, что долговечность Ni-Zn аккумуляторов (как и у Li-ion) зависит от степени их зарядки и разрядки [3]. То есть 500 циклов могут быть достигнуты, если Ni-Zn аккумуляторы заряжать не полностью и заканчивать разряд раньше достижения напряжения 1,3 В. В реальных условиях эксплуатации следует, видимо, ориентироваться на значение 200 циклов.

В связи с распространением Ni-Zn аккумуляторов много вопросов возникает про устройства для их зарядки. Конечно, для них есть специальные зарядные устройства, но широко они не распространены и не очень дёшевы. Многофункциональные же зарядные устройства, способные заряжать аккумуляторы разных типов, как правило, не рассчитаны на Ni-Zn аккумуляторы. Каких только экзотических способов ни предлагают пользователи Интернета для их зарядки! Например, для зарядки двух последовательно соединённых Ni-Zn аккумуляторов предлагается использовать зарядное устройство для Li-ion аккумуляторов с последовательно включённым диодом Шоттки. Для той же цели предлагается использовать многофункциональное зарядное устройство в режиме зарядки Li-Fe аккумуляторов. Все подобные способы могут привести только к снижению срока службы аккумуляторов или выходу их из строя, так как Ni-Zn аккумуляторы (как и Li-ion) достаточно чувствительны к перезарядке.

Между тем, ничего сложного в зарядке Ni-Zn аккумуляторов нет. Их рекомендуется (как и Li-ion) заряжать по принципу CC — CV ("Constant Current — Constant Voltage"), т. е. сначала зарядка постоянным током до достижения определённого напряжения, затем при постоянном напряжении и уменьшающемся токе [2, 3]. При уменьшении зарядного тока до определённого значения зарядка считается законченной. Значение тока окончания зарядки — величина компромиссная. С одной стороны, чем оно меньше, тем больше энергии запасёт аккумулятор, с другой стороны — при этом увеличивается продолжительность зарядки. К тому же Ni-Zn аккумуляторы не рекомендуется излишне долго держать под воздействием внешнего напряжения, так как это несколько снижает их срок службы.

Ток зарядки Ni-Zn аккумуляторов типоразмера АА принят равным 300 мА [2, 3]. Ток окончания зарядки —15 мА [3] или 50 мА [2]. Ni-Zn аккумуляторы допускают и быструю зарядку током 0,75 А [1, 2] и даже 1,5 А [3]. Но в этом случае желателен температурный контроль корпуса аккумулятора, так как при зарядке некачественного экземпляра возможен его перегрев.

Напряжение, до которого заряжают Ni-Zn аккумулятор, — 1,9 В при температуре окружающей среды +25 °С [2, 3]. При значительном отклонении температуры от этого значения следует применить коэффициент 0,003 В/°С [4] (в [1] приводится значение 0,002 В/°С). То есть при +15 °С конечное напряжение должно быть 1,93 В, а при +35 °С — 1,87 В.

С учётом всего вышеизложенного была разработана схема зарядного устройства для Ni-Zn аккумулятора, приведённая на **рис. 1**. Она проста в изготовлении и налаживании, собрана на распространённых компонентах и полностью соответствует всем условиям их зарядки. Преимуществом данной схемы является её питание от источника +5 В (ЗУ сотового телефона, USB-порт и т. п.).

Основа устройства — стабилизатор напряжения на транзисторах VT4, VT5 и микросхеме DA1. Стабилизатор опробован мной во многих устройствах, принцип его работы описан в [5]. Но вместо микросхемы TL431C (DA1 на рис. 2 в [5]) здесь применён её более низковольтный вариант TLV431C, имеющий минимальное напряжение 1,25 В в отличие от 2,5 В у TL431C. Выходное напряжение стабилизатора — 1,9 В.

В устройство введён ограничитель тока на транзисторе VT3 и датчике тока — резисторе R12. При токе зарядки менее 0,3 А напряжения на этом резисторе недостаточно для открывания транзистора VT3. Если ток превысит это значение, транзистор VT3 открывается, напряжение на базе транзистора VT5 уменьшается, его коллекторный ток и соответственно ток базы транзистора VT4 уменьшается. В результате выходное напряжение уменьшается, и устройство переходит в режим стабилизации выходного тока 0,3 А. Микросхема DA1 при этом закрывается и не влияет на работу устройства. Конденсатор С2 обеспечивает устойчивость работы в режиме ограничения тока, конденсатор С3 — в режиме стабилизации напряжения, С4 — в обоих режимах.

На транзисторах VT1 и VT2 собран индикатор окончания зарядки. Датчиком выходного тока для индикатора являются последовательно соединённые резисторы R8, R9 и R12. При токе зарядки более 30...35 мА транзисторы VT1 и VT2 будут открыты, светодиод HL2 красного свечения включён, сигнализируя о том, что идёт зарядка. Как только выходной ток станет менее 35 мА, транзисторы VT1 и VT2 закроются и светодиод HL2 погаснет, сигнализируя об окончании зарядки.

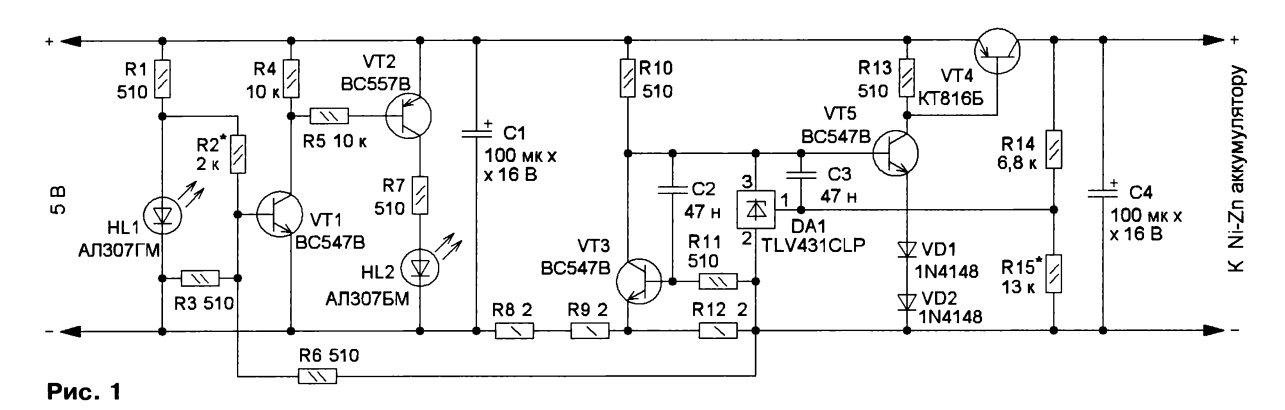


Рис. 1

Дополнительно напряжение, поступающее с резистивного делителя R2R3 на базу транзистора VT1, увеличивает чувствительность индикатора окончания зарядки. Напряжение на этот делитель поступает от параметрического стабилизатора, состоящего из резистора R1 и светодиода зелёного свечения HL1, который является и индикатором напряжения питания. Это сделано для устранения возможной нестабильности входного напряжения +5 В.

Устройство работает следующим образом. При подключении питания +5 В и без нагрузки выходное напряжение равно 1,9 В. Выходной ток отсутствует, транзисторы VT1, VT2 и VT3 закрыты, светодиод HL2 не горит. При подключении к выходу устройства разряженного Ni-Zn аккумулятора выходной ток возрастает, и при достижении 0,3 А открывается транзистор VT3, выходной ток стабилизируется, выходное напряжение уменьшается, микросхема DA1 закрывается. Светодиод HL2 загорается, сигнализируя о начале зарядки аккумулятора. Напряжение на нём растёт, и при достижении 1,9 В открывается микросхема DA1, в результате выходное напряжение поддерживается на этом уровне — 1,9 В. Ток зарядки постепенно уменьшается, и транзистор VT3 закрывается. Транзисторы VT1 и VT2 при этом остаются открытыми, светодиод HL2 горит. В дальнейшем зарядка аккумулятора происходит при постоянном напряжении 1,9 В и постепенно снижающемся токе. Когда он уменьшится до 30...35 мА, светодиод HL2 погаснет —

зарядка закончена, аккумулятор можно вынимать из зарядного устройства.

Налаживание устройства начинают с установки на выходе (без нагрузки) напряжения 1,9 В подборкой резистора R15. Затем кратковременно подключают к выходу резистор сопротивлением от 7,5 до 10 Ом и мощностью не менее 0,5 Вт и убеждаются, что выходное напряжение 1,9 В не изменилось (выходной ток — менее 0,3 А).

Затем проверяют порог ограничения выходного тока. Для этого кратковременно подключают на выход постоянный резистор сопротивлением от 3 до 4,3 Ом и мощностью не менее 1 Вт и измеряют напряжение на резисторе R12, оно должно быть 0,6...0,68 В, что соответствует выходному току 0,3...0,33 А (с учётом собственного тока потребления стабилизатора — 10...13 мА). Пороговый ток выбран несколько большим 0,3 А, так как в реальном устройстве с прогревом он немного уменьшится из-за уменьшения напряжения база—эмиттер транзистора VT3. Если напряжение на резисторе R12 менее 0,58 В, возможно, сопротивление резистора R12 заметно меньше номинала, если напряжение больше 0,7 В, возможно, неисправен транзистор VT3.



Рис. 2



Рис. 3

Рис. 4

В заключение устанавливают порог срабатывания индикатора окончания зарядки. Для этого резистор R2 подбирают так, чтобы при подключении к выходу резистора сопротивлением 47 Ом (выходной ток — 40 мА) светодиод HL2 был включён, а при подключении резистора 62 Ом (выходной ток — 30 мА) — погас. Подключаемые резисторы должны иметь точность не хуже ±5 %. Транзистор VT4 следует установить на простейший теплоотвод площадью 5...6 $см^2$. Это облегчит его тепловой режим при работе и гарантирует его сохранность при случайном коротком замыкании на выходе устройства.

Все элементы смонтированы на плате размерами 45×60 мм, вырезанной из макетной платы, в которой нет отверстий. Монтаж произведён со стороны печатных проводников с помощью отрезков провода МГТФ-0,12. Устройство включает в себя два независимых одинаковых канала с общим питанием от внешнего источника питания +5 В 1 А. Оно позволяет одновременно и независимо друг от друга заряжать два Ni-Zn аккумулятора типоразмера АА. Устройство собрано в корпусе от старого зарядного устройства из комплекта измерительного прибора Promax 4. К корпусу устройства прикреплён держатель с тремя отсеками для трёх элементов типоразмера АА. При этом использованы два крайних отсека, из среднего отсека контакты демонтированы. Внешний вид устройства показан на **рис. 2**.

При зарядке на этапе постоянного напряжения выявлено заметное влияние переходного сопротивления контакта аккумулятор—держатель. При шевелении или вращении аккумулятора заметно изменялся ток зарядки. На этапе зарядки постоянным током такого не наблюдалось. Опыты с несколькими экземплярами держателей элементов питания такой же конструкции дали аналогичный результат. Возможно, держатели другой конструкции обеспечивают более надёжный контакт, но у меня под рукой были только эти, поэтому пришлось их доработать. Для этого был использован отрезок экранирующей оплётки длиной 12...15 см, снятой с провода МГШВЭ или МГТФЭ. В отсеке держателя крайний виток контактной пружины был обвит 5...6 витками экранирующей оплётки (как наматывают на ферритовое кольцо). Оставшийся конец оплётки пропущен в отверстие в корпусе держателя за пружиной и припаян к монтажной плате (**рис. 3**).

Рядом с плюсовым контактом в отсеке держателя на расстоянии 5...7 мм от его центра просверлены два отверстия диаметром 2...2,5 мм на расстоянии 5...6 мм друг от друга. Если в центре контакта отсека нет отверстия, его нужно просверлить сверлом диаметром 2...2,5 мм. Отрезок экранирующей оплётки длиной 12...15 см пропускают несколько раз через отверстие в контакте, через верх и через два просверленных отверстия. Число витков — сколько поместится (**рис. 4**). Такая доработка значительно уменьшила контактное сопротивление и устранила его влияние на ток зарядки аккумулятора.

В устройстве применены резисторы общего применения — МЛТ, С2-23, при этом номинальная мощность резисторов R8, R9 и R12 — не менее 0,25 Вт, а резистор R12 должен иметь допуск не более ±5 %. Конденсаторы С1 и С4 — оксидные К50-35 или импортные, конденсаторы С2 и С3 — керамические или плёночные. Светодиод HL1 — маломощный зелёного свечения любого типа, светодиод HL2 — маломощный красного свечения любого типа. Транзисторы ВС547В можно заменить транзисторами серий ВС546, ВС547, КТ3102, транзистор ВС557В — транзистором серий ВС556, ВС557, КТ3107, замена транзистора КТ816 — транзистор серий КТ816, КТ818, буквенные индексы всех транзисторов — любые. Микросхему TLV431CLP можно заменить микросхемой TLVH431CLP, TS431IZ, KIA2431P, SPX432N, AHK432. Диоды VD1 и VD2 могут быть любыми серий 1N4148, КД521, КД522. Входное напряжение — не менее 4,2 В.

Следует ещё раз обратить внимание на то, что Ni-Zn аккумуляторы достаточно чувствительны к переразрядке. Минимальное напряжение на них — около 0,9 В. Но заканчивать разрядку рекомендуется при напряжении 1,3 В [2, 3]. Мои эксперименты с десятью аккумуляторами ROBITON типоразмера АА показали, что не имеет особого смысла разряжать их ниже 1,5 В, поскольку при этом напряжении у них остаётся не более 10...12 % от первоначального заряда. Дальнейшая разрядка происходит при более резком падении напряжения, поэтому становится сложнее отследить момент окончания разрядки (1,3 В). Особенно это критично при последовательном соединении нескольких аккумуляторов из-за неизбежного разброса их ёмкостей. Наилучшее решение в этой ситуации — это регулярный контроль напряжения каждого аккумулятора. Если это невозможно, то надо ограничить суммарное время работы аккумуляторов в устройстве, после чего подзаряжать все.

У меня было два случая, когда аккумуляторы в разных устройствах разряжались примерно до 0,4 В. В этом состоянии они находились около 24 ч. После их зарядки и проверки выяснилось, что один полностью восстановил

начальную ёмкость, а второй необратимо потерял 10...15 % ёмкости.

Для изучения саморазрядки я хранил полностью заряженный аккумулятор с первоначальной ёмкостью 1,35 А·ч при комнатной температуре в течение полугода. После этого контрольный разряд током 0,3 А показал, что его ёмкость стала 1 А·ч, т. е. за это время саморазряд составил 26 %. Последующая зарядка и контрольная разрядка показали, что ёмкость аккумулятора осталась прежней, т. е. 1,35 А·ч. Напрашивается вывод о том, что Ni-Zn аккумуляторы имеет смысл заряжать незадолго до применения.

Немного изменив схему, показанную на рис. 1, можно сделать зарядное устройство для Li-ion аккумуляторов. Такие схемы неоднократно печатались на страницах журнала "Радио" [6—9]. Но каждая из них имеет свои преимущества и недостатки. Все они требуют напряжения питания более 7 В. Схема

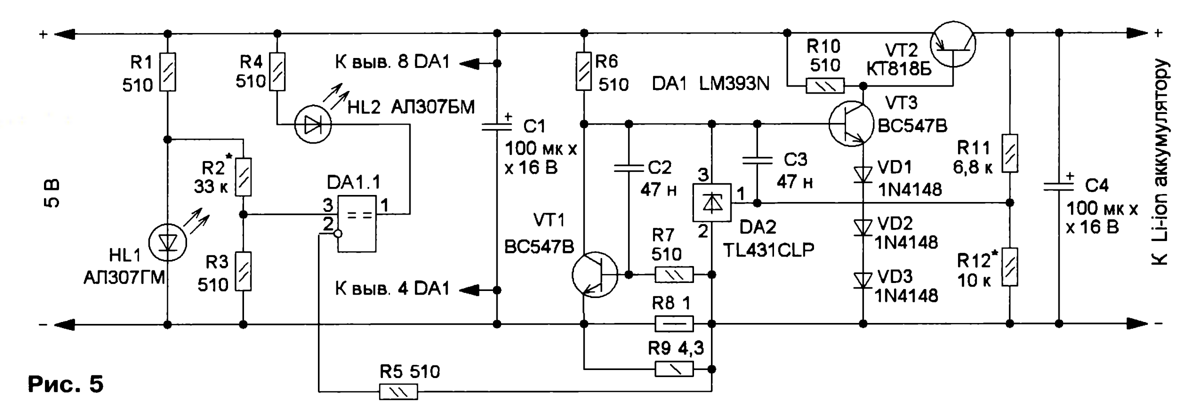


Рис. 5

устройства для зарядки Li-ion аккумуляторов показана на **рис. 5**, она питается от 5 В. Оно рассчитано на зарядку Li-ion аккумуляторов ёмкостью 1,5 А·ч током 0,8 А до достижения напряжения 4,2 В. После чего ток зарядки начинает уменьшаться при стабильном напряжении. Ток окончания зарядки — около 40 мА. Главное отличие от схемы на рис. 1 — применение микросхемы TL431C вместо TLV431C. Также увеличено до трёх число диодов в эмиттерной цепи транзистора VT3. Стабилизатор напряжения и тока аналогичные.

А вот схема индикации окончания зарядки почти полностью изменена. В схеме на рис. 1 на вход индикации окончания зарядки поступает напряжение с последовательно соединённых резисторов R8, R9 и R12. Это сделано для увеличения сигнала на входе узла индикации окончания зарядки. Но при токе 0,3 А на этих резисторах (см. рис. 1) падает напряжение до 2 В. В устройстве для зарядки Li-ion аккумуляторов такое решение недопустимо из-за малой разницы входного (5 В) и выходного напряжений (4,2 В). Поэтому индикатор окончания зарядки собран на микросхеме DA1 (см. рис. 5), а сопротивление датчика тока (резисторы R8 и R9) существенно уменьшено. При токе 40 мА и суммарном сопротивлении резисторов R8 и R9 около 0,8 Ом напряжение на них — всего около 30 мВ. В связи с этим в индикаторе окончания зарядки применён сдвоенный компаратор LM393N (используется его половина), способный уверенно работать с сигналом 20...30 мВ относительно минуса источника питания. На его неинвертирующий вход (вывод 3) поступает образцовое напряжение около 30 мВ с делителя R2R3, подключённого к параметрическому стабилизатору R1HL1. На инвертирующий вход (вывод 2) поступает напряжение с датчика тока. Пока ток зарядки превышает 40 мА, на выходе компаратора присутствует низкий уровень и светодиод HL2 красного свечения горит. Когда выходной ток устройства станет менее 40 мА, на выходе компаратора установится высокий уровень и светодиод HL2 погаснет, сигнализируя об окончании зарядки.

Налаживание этого устройства проводят аналогично вышеописанному, отличаются только значения напряжений и токов. Сначала при отсутствии нагрузки подборкой резистора R12 устанавливают выходное напряжение 4,2 В. При подключении на выход резистора сопротивлением 6,8...10 Ом мощностью не менее 3 Вт напряжение на выходе не должно измениться, поскольку выходной ток — менее 0,8 А. Затем к выходу подключают резистор сопротивлением 3,9...4,7 Ом и мощностью не менее 4 Вт и контролируют напряжение на резисторах R8 и R9. Оно должно быть от 600 до 680 мВ.

Налаживание индикатора окончания зарядки сводится к подборке резистора R2. Его сопротивление должно быть таким, чтобы при подключении к выходу устройства резистора 91 Ом (выходной ток — 46 мА) светодиод HL2 был включён, а при подключении резистора сопротивлением 110 Ом (выходной ток — 38 мА) — погас.

В устройстве можно применить такие же элементы, за исключением микросхемы DA2, она должна быть TL431CLP или TL431ACLP. Резистор R8 должен иметь рассеиваемую мощность не менее 0,5 Вт и допуск не более ±5 %. Транзистор КТ818Б можно заменить транзистором серии КТ816, предварительно проверив его статический коэффициент усиления при токе 1 А, он должен быть не менее 50. Транзистор VT2 необходимо установить на теплоотвод площадью 8...10 см^2. Если позволяет конструкция, его площадь желательно увеличить до 25...30 см^2, тогда устройство будет выдерживать короткие замыкания по выходу (если на месте транзистора VT2 применён транзистор серии КТ818).

Максимальный зарядный ток 0,8 А выбран для совместимости со стандартными зарядными устройствами сотовых телефонов (5 В, 1 А) и USB-портами компьютеров. Уменьшить максимальный выходной ток (например, в два раза) очень просто — необходимо в два раза увеличить сопротивление резисторов R8 и R9. Чтобы увеличить выходной ток, например, в два раза, необходимо, во-первых, уменьшить сопротивление резисторов R8 и R9 в два раза, увеличив их мощность также в два раза. Во-вторых, транзистор VT3 должен быть КТ503Б, КТ503Г, КТ3117А, КТ3117Б или КТ815А—КТ815Г. В-третьих, надо увеличить площадь теплоотвода транзистора VT2 не менее чем в два раза. Напряжение, поступающее на вход устройства, с учётом падения напряжения на соединительных проводах, должно быть не менее 4,9 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. ROBITON 2500NZAA-2. — URL: **http://www.robiton.ru/sites/default/files/P00147106N15021.pdf** (06.09.2019).

2. CONRAD energy: Ni-Zn Battery specification. — URL: **http://filmprocess.ru/images/others/ixbt/nizn/conrad_2500.pdf** (06.09.2019).

3. MastAK: Никель-цинковый акумулятор (Ni-Zn) серии "High Voltage" AA. — URL: **http://www.mastak.ua/produkciya/akkumulyatory/bytovye-standartnye-akkumulyatory/ni-zn/aa2500mwh-nizn** (06.09.2019).

4. ZincFive: SubCNickel-Zinc Batteries. — URL: **https://www.zincfive.com/subc-datasheet** (06.09.2019).

5. **Устинов С.** Автономный светодиодный светильник. — Радио, 2018, № 10, с. 30—33 .

6. **Косенко С.** Безопасная зарядка Li-ion аккумуляторов. — Радио, 2004, № 8, с. 25, 26.

7. **Гумеров Ю., Зуев А.** Устройство для тестирования Li-ion аккумуляторов. — Радио, 2007, № 5, с. 28—31.

8. **Медуховский Д.** Зарядное устройство для Li-ion аккумуляторов. — Радио, 2013, № 11, с. 20—22.

9. **Глибин С.** Зарядное устройство малогабаритного Li-ion аккумулятора. — Радио, 2014, № 2, с. 53, 54.

Удлинение жала паяльника

М. СКУТЕЛЬСКИЙ, г. Омск

Обгоревшее жало паяльника иногда невозможно извлечь для замены, не испортив окончательно ещё работоспособный инструмент. Предлагаю способ удлинения жала накладкой, закреплённой проволочным бандажом.

Возьмите медный пруток диаметром 3,2...3,5 мм. Это может быть отрезок одножильного медного провода сечением 32...50 мм^2. Расклепайте на наковальне один из его концов в форме клина на длине 25 мм (**рис. 1**). Обработайте поверхность клина мелким напильником. Подравняйте его остриё и боковые поверхности. Сделайте пазы на расстоянии 1 мм от края. Они послужат для крепления бандажа. Второму концу отрезка придайте удобную для пайки форму, например коническую.

Старое жало, не извлекая его из паяльника, сточите под углом на длине 25...27 мм. К получившейся плоской поверхности нужно прижать бандажом из мягкой стальной проволоки диаметром 0,5 мм клин нового жала, предварительно нанеся на контактирующие поверхности теплопроводящую пасту.

У подготовленного для изготовления бандажа отрезка проволоки отогните под прямым углом "хвостик" длиной 50 мм и приложите его вдоль сжатых вместе старого и нового жал. Намотайте первый виток бандажа так, чтобы он попал в фиксирующие пазы нового жала. Ещё два-три витка сделайте с натягом, удерживая пальцами соединяемые поверхности и проволочный хвостик. Далее наматывайте бандаж, натягивая проволоку и вращая паяльник вокруг продольной оси. Закончив намотку, скрутите проволоку с выступающим из-под бандажа "хвостиком" и откусите лишнее.

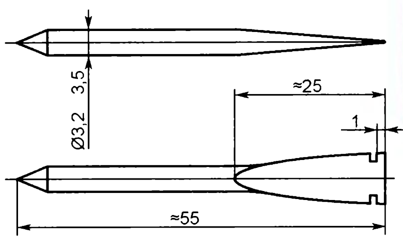


Рис. 1

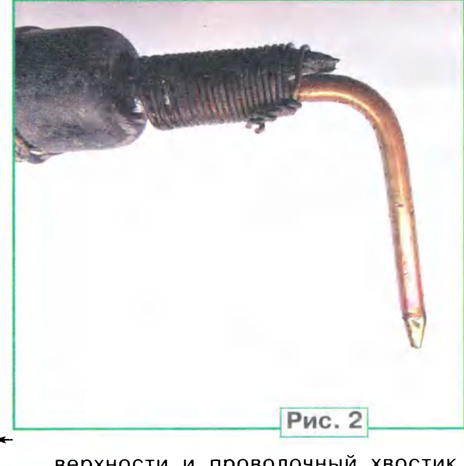


Рис. 2

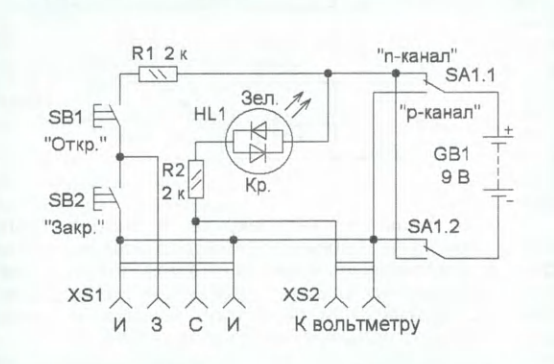
Новое жало можно изогнуть под удобным для пайки углом (**рис. 2**). В завершение нужно для уменьшения тепловых потерь покрыть сборное жало водным раствором гипса и дать ему просохнуть. Паяльник снова готов к работе.

Пробник для МОП-транзисторов

С. ГЛИБИН, г. Москва

Пробник, схема которого показана на **рисунке**, позволяет быстро проверить исправность МОП-транзисторов (с изолированным затвором и индуцированным каналом). Источником питания пробника служит батарея напряжением 9 В ("Крона", 6F22). Светодиод HL1 служит индикатором. Переключателем SA1 устанавливают тип канала (n или p). После подключения проверяемого транзистора при нажатии на кнопку SB1 "Откр." напряжение питания поступает на затвор транзистора, и если он исправен, светодиод HL1 станет светить зелёным цветом и продолжит гореть некоторое время после её отпускания, поскольку заряд медленно стекает с затвора. При нажатии на кнопку SB2 транзистор должен закрыться, а светодиод — погаснуть. Проверка транзистора с p-каналом проводится аналогично, для этого переключатель SA1 надо установить в соответствующее положение, светодиод будет светить красным цветом.

Резистор R1 предотвращает короткое замыкание источника питания при одновременном нажатии на обе кнопки. Для измерения падения напряжения на открытом канале (сток—исток) к гнёздам XS2 можно подключить вольтметр (мультиметр). При нажатой кнопке SB2 и исправном транзисторе напряжение на гнезде XS2 должно быть примерно равно напряжению питания. При нажатии на кнопку SB1 напряжение уменьшится до долей вольта. Без подключённого транзистора пробник ток не потребляет, поэтому выключателя питания нет.



В устройстве можно применить любые постоянные резисторы, светодиод — двухцветный двухвыводной в прозрачном или матовом корпусе, подойдёт L-57EGW, L-937EGW, L-7113SRSGW, BL-L107EGW, кнопки — любые малогабаритные тактовые, например, серий ПКН-125, ПКН-150, ПКН-159, KLS7-TS6601, переключатель — малогабаритный на два положения и два направления движковый (SS55, KBB40-2P2W) или тумблер (МТ3), гнёзда XS1, XS2 могут быть любые, удобные для подключения транзисторов, подойдут, например, серии PBD.

Все элементы пробника можно разместить в пластмассовом корпусе подходящего размера с применением проводного монтажа. На верхней панели размещают гнёзда, кнопки, переключатель и светодиод. При проведении проверки не следует забывать, что МОП-транзисторы чувствительны к статическому электричеству.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Простые точные часы

С. СВЕЧИХИН, г. Красноярск

Если часы предназначены для использования в домашних условиях, где температура меняется на пару градусов, её влиянием на точность хода часов можно пренебречь. Более существенно влияние отличия частоты применяемого кварцевого резонатора от номинальной. Поэтому погрешность хода часов систематическая и её можно учесть.

Допустим, за 774000 с (около девяти суток) часы ушли вперёд на 109 с. Чтобы скорректировать эту погрешность, нужно через каждые 774000/109 = 7100 с вычитать из их показаний одну лишнюю секунду. Если бы часы отстали на те же 109 с, следовало бы прибавлять эту секунду к показаниям. Такую коррекцию с успехом может выполнить микроконтроллер. Он же может заниматься генерацией секундных импульсов, их подсчётом и выводом текущего времени на индикатор. Следовательно, без специализированной микросхемы часов реального времени в микроконтроллерных часах можно обойтись.

О том, как сделать часы на микроконтроллере, рассказано в [1], там же есть пример программы. А на сайте [2] можно прочитать разбор этого документа и программы. В этом примере часы имеют раздельные счётчики секунд, минут и часов. Такое решение усложняет внесение упомянутой выше поправки. В предлагаемых в настоящей статье часах счёт идёт только в секундах с периодом 86400 с (одни сутки). Коррекция в этом случае сводится к простому увеличению или уменьшению текущего содержимого счётчика секунд через заранее определённые интервалы времени. Для вывода на индикатор накопленное число секунд программа всякий раз преобразует в часы, минуты и секунды.

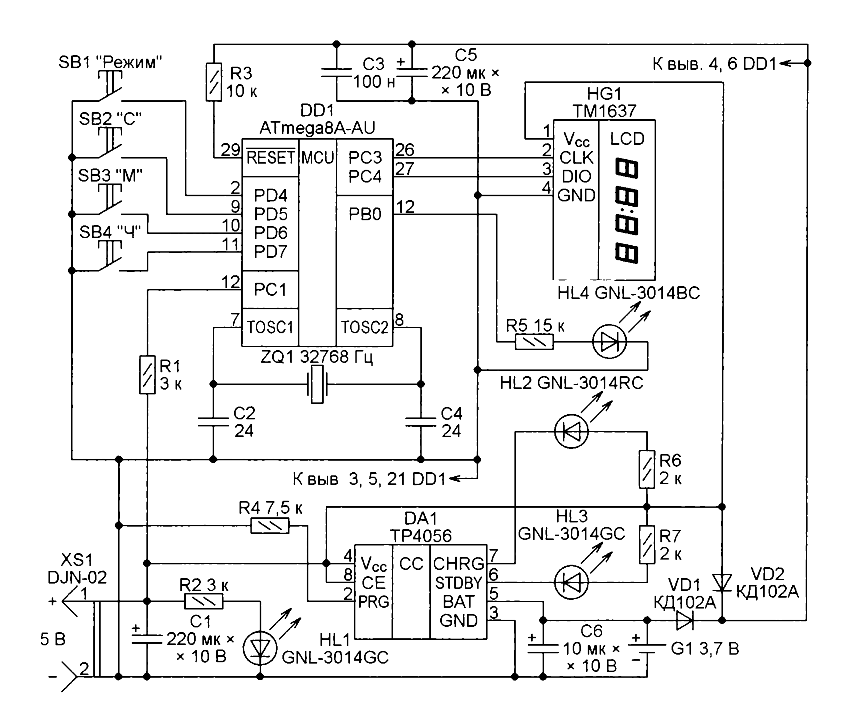
Схема часов изображена на **рисунке**. Они выполнены на микроконтроллере ATmega8A-AU (в корпусе TQFP32), а питаются от сетевого блока питания 5 В, 1 А через разъём XS1. При отсутствии сетевого напряжения вступает в действие резервный источник — литий-ионный аккумулятор G1 напряжением 3,7 В и ёмкостью 0,2 А·ч. На микросхеме DA1 TP4056 выполнено зарядное устройство. Аккумулятор должен быть оснащён встроенной защитой от перезарядки.

Кнопка SB1 выведена на верхнюю панель часов и служит для переключения режимов отображения времени "ЧЧ:ММ" и "ММ:СС". В обоих случаях разделительное двоеточие на индикаторе мигает. Кнопками SB2—SB4 устанавливают точное время. Пользуются ими редко, поэтому они установлены на плате часов и закрыты общей крышкой.

Вход PC1 микроконтроллера через резистор R1 соединён с разъёмом питания. По состоянию этого входа программа контролирует наличие внешнего напряжения на этом разъёме. Поскольку некоторая его часть падает на диоде VD2, напряжение на входе PC1 больше, чем напряжение питания микроконтроллера. Резистор R3 ограничивает ток этого входа до безопасного значения. Можно было бы контролировать напряжение с помощью встроенного АЦП микроконтроллера, но это заняло бы значительно больше процессорного времени.

При питании от внешнего источника (о чём сигнализирует светодиод HL1) часы работают в обычном режиме, считая секунды, внося поправки на погрешность частоты генератора, стабилизированной кварцевым резонатором ZQ1, переводя результаты счёта в формат для вывода, и выводя их на индикатор. В этом режиме показания часов можно корректировать вручную нажатиями на кнопки SB2—SB4.

В отсутствие внешнего питания микроконтроллер работает от аккумулятора G1. Большую часть времени — в энергосберегающем режиме. Теперь



он лишь считает секунды и вносит поправки. В обоих режимах раз в секунду вспыхивает синий светодиод HL4 — индикатор работы программы. При сопротивлении резистора R5 15 кОм яркость вспышек светодиода указанного на схеме типа вполне достаточна, а потребляемый им средний ток пренебрежимо мал.

В основном цикле программа сначала проверяет напряжение внешнего источника питания. Если его нет, логический уровень напряжения на входе PC1 низкий. Обнаружив это, программа устанавливает низкие уровни на выходах PC3 и PC4, управляющих индикатором HG1, отключает встроенные в микроконтроллер резисторы, поддерживающие высокий уровень на входах PD4—PD7 при отпущенных кнопках, и с небольшой задержкой выключает синий светодиод HL4. Затем она переводит микроконтроллер в режим POWER_SAVE, в котором он остаётся до истечения секунды. На это время потребляемый микроконтроллером от элемента G1 ток снижается до очень маленького значения.

Из спящего режима микроконтроллер выходит по прерыванию от таймера T2. При этом вновь запускается основной цикл. Если внешнее питание по-прежнему отсутствует, микроконтроллер, выполнив описанные выше операции, снова "засыпает".

Когда внешнее питание есть, микроконтроллер начинает работу в нормальном режиме, активизировав выходы для работы с индикатором и входы для опроса состояния кнопок. Программа регулярно переводит текущее время в нужный для отображения формат и выводит его на индикатор, затем проверяет состояние кнопок.

Таймер T2 микроконтроллера работает в асинхронном режиме, генерируя запросы прерываний каждую секунду. Подпрограмма обработки прерывания сначала включает светодиод HL4, затем увеличивает значение переменной errsec. Если оно ещё не достигло заданного, инкрементируется счётчик секунд. Если достигло, переменная errsec получает нулевое значение, а текущее состояние счётчика секунд остаётся неизменным.

В авторском экземпляре часов установлен резонатор ZQ1, частота которого чуть выше номинальной, поэтому без коррекции часы спешат. Если же они отстают, необходимо в прилагаемом к

статье файле main.c раскомментировать строку 170:

```
secund++; secund++;
```

Если число секунд достигло 86400 (прошли сутки), их счётчик обнуляется. Операции деления на 3600 и на 60, нужные для перевода времени в секундах в часы и минуты, выполняются методом последовательного вычитания.

После вывода на индикатор текущего времени программа проверяет состояние кнопок SB2—SB4, при необходимости добавляет к текущему содержимому счётчика секунд единицу (коррекция секунд), 60 (коррекция минут) или 3600 (коррекция часов).

Чтобы определить необходимое значение константы maxerrsec, задающей период автоматической корректировки времени, следует в файле main.c закомментировать строку 162:

errsec++;

Это отключит автоматическую коррекцию. После этого нужно оттранслировать программу, загрузить её в микроконтроллер и запустить на исполнение. Затем установить на часах точное время, воспользовавшись, например, сайтом [3], и записать это время с точностью до секунды. Через несколько дней следует снова сверить показания часов с точным временем, воспользовавшись тем же сайтом, и записать точное время и показания часов. Интервал между первым и вторым сравнением показаний часов с точным временем, а также уход показаний часов нужно перевести в секунды. По этим данным следует вычислить число секунд, за которые часы уходят на одну секунду.

Пример такого расчёта был приведён в начале статьи. Полученное в его результате значение 7100 присвоено константе maxerrsec в строке 29:

```
unsigned int maxerrsec = 7100;
```

С настроенной таким образом автоматической коррекцией мои часы уходят за месяц вперёд на секунду с небольшим.

Самостоятельно определив нужное для собранных часов значение константы maxerrsec, внесите его в строку 29 и, не забыв раскомментировать строку 162, ещё раз оттранслируйте программу и загрузите её в микроконтроллер.

В часах использован четырёхразрядный светодиодный семиэлементный индикатор с разделительным двоеточием TM1637 [4]. Он связан с микроконтроллером по интерфейсу, похожему на I^2C, но всё-таки несколько отличающемуся от него [5]. Библиотека функций для работы с этим индикатором находится в приложенном к статье файле tm1637.c.

Программа разрабатывалась в среде AVR Studio v. 4.19.

Часы выполнены навесным монтажом на макетной плате.

ЛИТЕРАТУРА

1. AVR134: Real Time Clock (RTC) Using the Asynchronous Timer. — URL: **https://www.microchip.com/wwwAppNotes/AppNotes.aspx?appnote=en591232** (19.08.2019).

2. AVR134: часы реального времени на tinyAVR и megaAVR. — URL: **http://microsin.net/programming/avr/avr134-real-time-clock-with-asynchronous-timer.html** (19.08.2019).

3. Точное московское время. — URL: **https://time100.ru** (19.08.2019).

4. Модуль индикатора 4 разряда с драйвером TM1637. — URL: **https://mcustore.ru/store/indikatory/indikator-4-segmenta-s-drajverom-tm1637/** (22.08.2019).

5. LED Drive Control Special Circuit TM1637. — URL: **https://www.mcielectronics.cl/website_MCI/static/documents/Datasheet_TM1637.pdf** (27.08.2019).

От редакции*. По адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2019/10/clock.zip*** *имеется программа микроконтроллера часов.*

Дистанционный многоточечный термометр для индивидуальной бани

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Иногда требуется периодически снимать показания приборов, не имея желания находиться рядом с ними. Например, чтобы правильно истопить печь бани в жаркий летний день. В этом случае решение задачи по контролю за измерением температуры в помещениях и снаружи, а также передачу информации на расстояние можно доверить модулю Arduino. За основу конструкции была взята разработка зарубежного автора Роберта Дж. Корна (Robert Joseph Korn), опубликованная в [1].

Были использованы указанные материалы, но были изменены схема, скетч и приложение для смартфона для адаптации под поставленную задачу. Схема термометра показана на **рис. 1**. Датчики температуры собраны на микросхемах серии TMP36 (DA1—DA3) и измеряют текущее значение температуры соответственно в печном помещении, предбаннике и на улице. Модуль Arduino Pro Mini A2 с интервалом 5 с

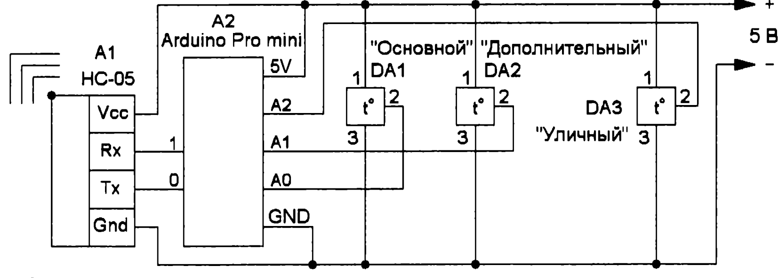


Рис. 1

опрашивает основной датчик на микросхеме DA1 и полученные данные отправляет с помощью Bluetooth-модуля A1 в смартфон, на котором установлено специальное приложение. По команде из этого приложения можно переключать опрашиваемые датчики, запросив температуру в предбаннике или на улице. Подробнее об использовании микросхем серии TMP36 совместно с модулями Arduino можно прочитать в [2]. Микросхемы серии TMP36 выпускают в корпусах TO-92, SOIC-8 и SOT-23-5, можно применить любую из них. На рис. 1 нумерация выводов этих микросхем показана для корпуса TO-92.

Все элементы устройства, кроме датчиков температуры и источника питания, размещены в герметичном пластмассовом корпусе, например мыльнице. В корпусе сделаны четыре отверстия для кабелей источника питания и датчиков температуры. После проверки и возможного налаживания корпус и отверстия надо загерметизировать с помощью герметика. Устройство удобнее располагать в чердачном помещении бани (**рис. 2**), над соединением внутренней перегородки и внешней стены помещения. Датчики 1—3 с короткими (40...65 см) и желательно экранированными кабелями выводят в зоны измерений, просверлив, если необходимо, в материалах конструкций небольшие сквозные отверстия. Кабель 4 от источника питания удобнее проложить по несущей балке к понижающему блоку питания. Автор использовал зарядное устройство от сотового телефона с выходным током до 300 мА.

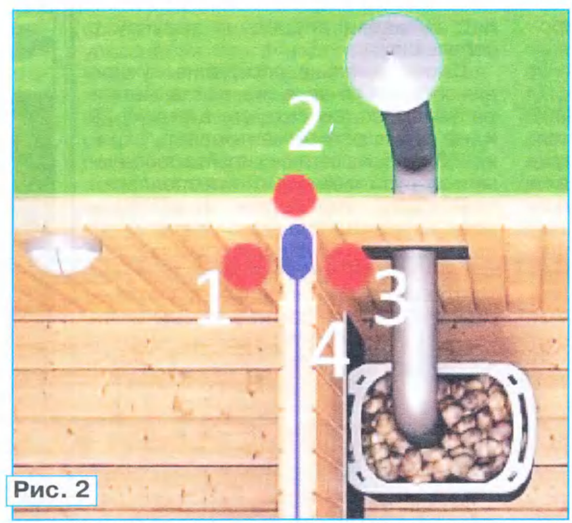


Рис. 2



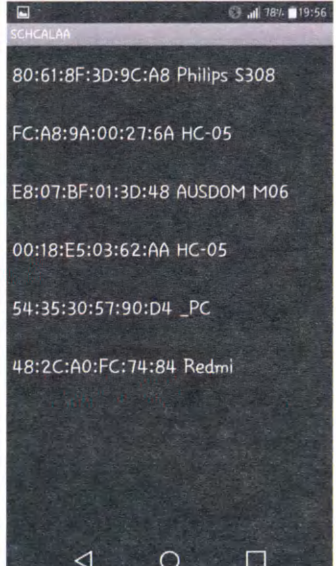




Рис. 3

Внешний вид изображений экрана приложения дан на **рис. 3**. После его открытия нажимаем на надпись "Подключение модулей", и в открывшемся окне выбираем предложенный вариант. При установлении связи между устройством и смартфоном появляется круговая шкала термометра чёрного цвета. По цвету фона определяем зону измерения температуры. Их соответствие поясняет **рис. 4**. Нажав и удерживая палец на изображении шкалы, мы переключим приложение на индикацию температуры в зоне 1. Отпустив и повторно нажав, переключим индикацию температуры в зоне 2, а сняв палец со шкалы, вернёмся к показаниям основного датчика. Под шкалой находятся часы, фиксирующие время обновления данных термометра.

Если планируется использование только одного, основного датчика, в скетче желательно закомментировать две строки (**рис. 5**).

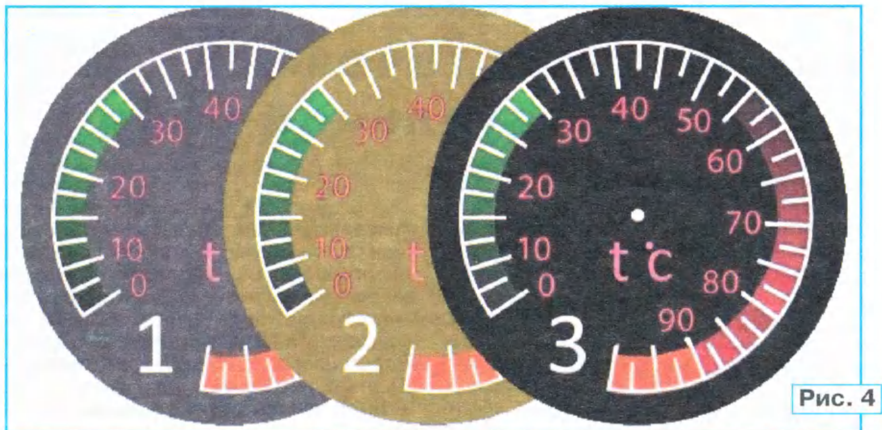


Рис. 4

```
void loop()
{
if( flag_A==1){temperatureC =analogRead(sensorPin)*0.49-50;}   //опреде
// if( flag_A==0){temperatureC =analogRead(sensorPin_)*0.49-50;}
// if( flag_A==2){temperatureC =analogRead(sensorPin__)*0.49-50;}
```

Рис. 5

ЛИТЕРАТУРА

1. Android Arduino Oven Thermometer. — URL: **https://commons.pratt.edu/open-source/android-arduino-oven-thermometer/** (17.06.19).

2. Датчик температуры TMP36 и его подключение к Arduino. — URL: **http://digitrode.ru/computing-devices/mcu_cpu/215-datchik-temperatury-tmp36-i-ego-podklyuchenie-k-arduino.html** (17.06.19).

От редакции. Скетчи для Arduino и приложение для смартфона находятся по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2019/10/termo.zip*** *на нашем сервере.*

Сетевая вилка со звуковым сигнализатором

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Чтобы случайно не оставить какой-либо работающий электронагревательный прибор на длительное время без присмотра, автор рекомендует оснастить его сетевую вилку несложным звуковым сигнализатором, который будет периодически подавать звуковые сигналы, информируя, что прибор включён в сеть.

Поместить звуковой сигнализатор включённого состояния в малогабаритный электроприбор не всегда удаётся. Сигнализатор, схема которого показана на **рис. 1**, удалось уместить в малогабаритной сетевой вилке, в качестве которой использован корпус от зарядного устройства для сотового телефона. Такую вилку можно использовать для подключения к сети электроприборов, потребляющих от неё ток до 2 А. Для более мощной нагрузки придётся подобрать другую разборную вилку, рассчитанную на соответствующий ток.

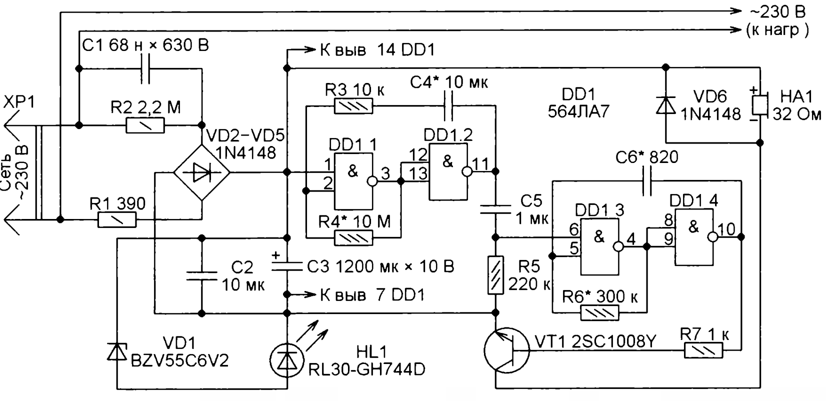


Рис. 1

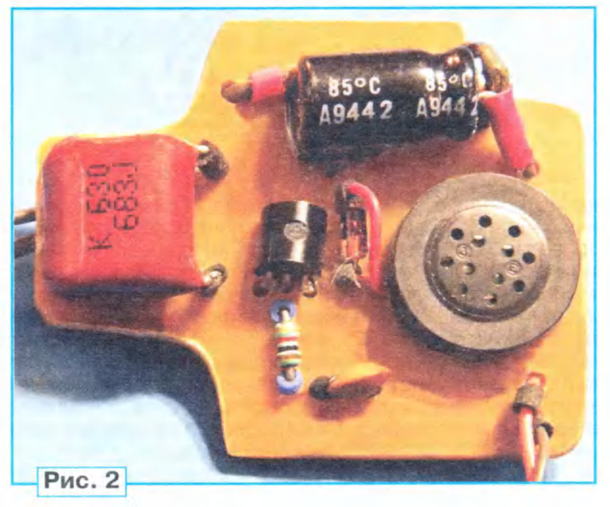


Рис. 2

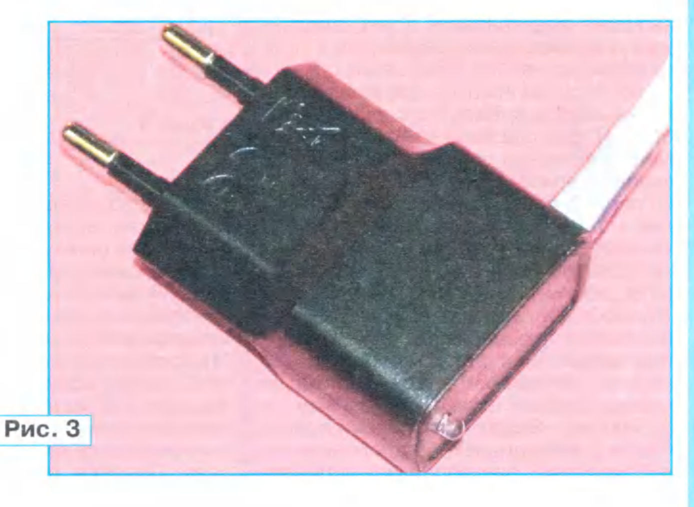


Рис. 3

Напряжение сети ~230 В поступает на диодный мостовой выпрямитель VD2—VD5 через гасящий избыток напряжения конденсатор C1 и ограничивающий импульс тока зарядки этого конденсатора резистор R1. После отключения устройства от сети и от нагрузки конденсатор C1 разряжается через резистор R2. Конденсаторы C2 и C3 сглаживают пульсации выпрямленного напряжения. Соединённые последовательно стабилитрон VD1 и светодиод HL1 ограничивают выпрямленное напряжение приблизительно до 8,2 В.

На логических элементах DD1.1, DD1.2, конденсаторе C4 и резисторах R3, R4 собран генератор импульсов, следующих с периодом около 3 мин. Чем больше ёмкость конденсатора C4 и сопротивление резистора R4, тем длиннее этот период. На выходе элемента DD1.2 формируются с указанным периодом прямоугольные импульсы. Через дифференцирующую цепь C5R5 они поступают на один из входов элемента DD1.3 и разрешают на короткое время работу звукового генератора, собранного из элементов DD1.3, DD1,4, резистора R6 и конденсатора C6.

Выход элемента DD1.4 через резистор R7 соединён с базой транзистора VT1, нагрузкой которого служит звукоизлучатель HA1. Диод VD6 защищает транзистор от выбросов напряжения самоиндукции.

Рабочая частота звукового генератора — около 2,6 кГц. Во время его работы нагрузка на выпрямитель с гасящим конденсатором увеличивается, напряжение на его выходе падает ниже суммы напряжения стабилизации стабилитрона VD1 и падения напряжения на включённом светодиоде HL1. Поэтому светодиод на время импульса гаснет.

Все детали сигнализатора, кроме светодиода HL1, смонтированы на плате размерами 38×31 мм, изображённой на **рис. 2**. Монтаж — двухсторонний навесной. Детали зафиксированы клеем "Квинтол". Распространённый клей БФ-19 для этого не подходит, поскольку электропроводен. Можно использовать эпоксидный клей.

Вместо микросхемы 564ЛА7 подойдут КФ1561ЛА7, CD4011BM и прочие их функциональные аналоги структуры КМОП в корпусах для поверхностного монтажа. Транзистор 2SC1008Y допустимо заменить любым из серий 2SC1008, 2SD1020, 2SD1616, SS8050, КТ645, КТ646, КТ6114. Замена диодов 1N4148 — любые маломощные кремниевые диоды. В отсутствие стабилитрона BZV55C6V2 можно применить TZMC6V2, КС162В или другой малогабаритный стабилитрон с напряжением стабилизации 6,2 В. Светодиод RL30-GH744D — зелёного свечения, его сила света — 4000 мкд, диаметр линзы — 3 мм. Здесь подойдёт любой подобный светодиод общего назначения.

Звукоизлучатель HA1 с обмоткой сопротивлением 32 Ом и в корпусе диаметром 13 мм извлечён из сотового телефона. Нужно сказать, что звукоизлучатели от таких телефонов сильно различаются по громкости звука, воспроизводимого в одних и тех же условиях. На это нужно обратить внимание

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

при выборе. Напротив излучателя в корпусе сетевой вилки просверлены шесть отверстий диаметром 1,2 мм.

Конденсатор С1 — плёночный. Он должен выдерживать постоянное напряжение не менее 630 В или переменное частотой 50 Гц не менее 275 В. Конденсаторы С2 и С4 — многослойные керамические для поверхностного монтажа как можно большего типоразмера. Такие конденсаторы не следует перегревать при пайке. Конденсатор С3 — оксидный импортный, его можно заменить несколькими конденсаторами меньшей ёмкости, соединёнными параллельно.

Резистор R1 — невозгораемый, R2 — МЛТ-0,25, R3—R6 — любого типоразмера для поверхностного монтажа. У меня, например, резисторы R4—R6 типоразмера 0201 припаяны непосредственно к выводам микросхемы DD1.

Вид сетевой вилки с сигнализатором в сборе показан на **рис. 3**. Для проверки работоспособности желательно не включать её в сеть, а использовать лабораторный блок питания с выходным постоянным напряжением около 8 В. Его выход подключите к выводам конденсатора С3, соблюдая полярность и временно разорвав цепь, соединяющую стабилитрон VD1 и светодиод HL1.

Для ускорения проверки работоспособности генератора на элементах DD1.1 и DD1.2 можно временно включить последовательно с конденсатором С4 ещё один конденсатор ёмкостью 0,1 мкФ. Этим период повторения генерируемых импульсов и их длительность будут уменьшены приблизительно в 100 раз. К сожалению, звуковые сигналы при этом приобретут характер коротких щелчков, и определить на слух их тональность не удастся.

Чтобы подборкой резистора R6 и конденсатора С6 добиться желательной тональности звуковых сигналов, переведите их генератор в непрерывный режим работы, временно удалив конденсатор С5 и соединив вывод 6 микросхемы DD1 с плюсом питания. Перед включением сигнализатора в сеть не забудьте восстановить все разорванные и удалить вновь введённые в процессе налаживания соединения.

Если сигнализатор предполагается использовать совместно с электроприбором с фиксированным коротким временем активной работы (щипцами для завивки волос, электровафельницей), то период повторения звуковых сигналов можно установить таким, чтобы в течение одного рабочего цикла электроприбора было подано от одного до пяти звуковых сигналов, которые нетрудно сосчитать "в уме". Если же сигнализатор предназначен для электропаяльника или электрогрелки, то период повторения звуковых сигналов можно выбрать более длительным — 5...20 мин. Этого будет достаточно, чтобы периодически напоминать о работающем электронагревательном приборе.

Ёмкость конденсатора С4 может быть 1...100 мкФ. Для уменьшения влияния утечек тока сопротивление резистора R4 нецелесообразно выбирать более 22 МОм.

Счётчик оборотов вала с токовым выходом

Д. ПАНКРАТЬЕВ, г. Ташкент, Узбекистан

В статье предложен микроконтроллерный счётчик, обеспечивающий подсчёт числа оборотов вала в интервале от нуля до заданного максимального значения с учётом направления вращения и формирование пропорционального ему аналогового сигнала, а также дискретных сигналов направления вращения. Аналогичное устройство находится в эксплуатации в полевых условиях в составе автоматизированной системы управления гидрозатворами водосброса действующей ГЭС.

В промышленных системах АСУТП часто возникает необходимость расчёта различных технологических параметров, изменяющихся в определённых пределах и связанных с числом оборотов валов двигателей или редукторов с учётом направления вращения. Обычно это различные электроприводы, в которых требуется определение текущего положения перемещаемого узла.

Другой важный момент — принцип действия датчика положения вала: контактный или бесконтактный (магнитный, оптический, ёмкостный, индуктивный). Направление вращения вала может быть определено двумя способами: по последовательности срабатывания датчиков его положения и по интервалам времени между ними. В первом случае необходимо не менее трёх датчиков, расположенных на окружности с цент-

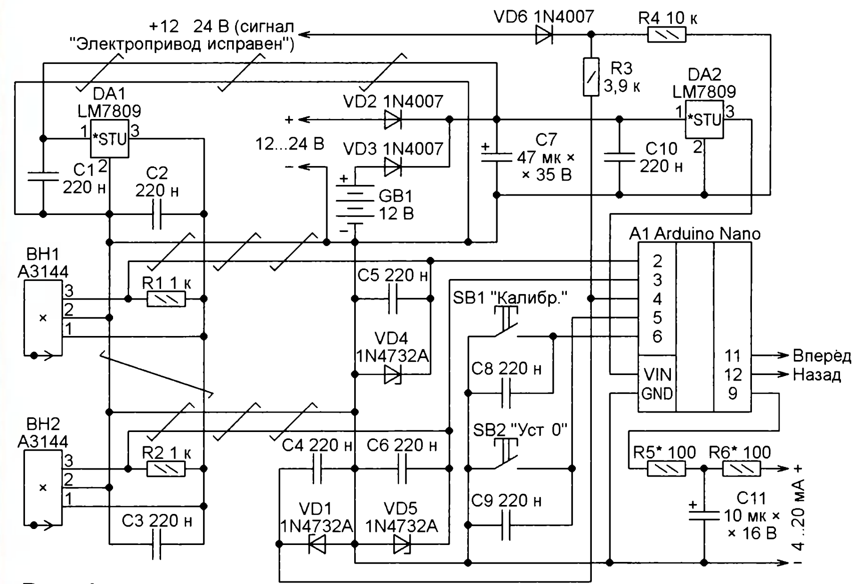


Рис. 1

Один из первых вопросов, возникающих на этапе проектирования, — выбор счётчика оборотов вала. Поскольку для промышленных АСУТП один (если не первый) из наиболее востребованных стандартных аналоговых интерфейсов — токовая петля 4...20 мА [1], то зачастую к счётчику предъявляют требование оснащения таким интерфейсом. В этом случае значение выходного тока счётчика однозначно связано с положением перемещаемого узла. Пределы изменения этого тока 4...20 мА позволяют его приёмнику идентифицировать как обрыв, так и замыкание в линии передачи, поэтому в промышленных системах такие интерфейсы используются наиболее часто.

ром, совпадающим с осью вращения вала. Определяется порядок их срабатывания в последовательности 1-2-3 или 3-2-1. Во втором случае достаточно двух таких датчиков. Угол между их позициями выбирают в интервале 90...120 градусов. В предлагаемом устройстве точное значение этого угла некритично, поскольку интервалы между срабатываниями датчиков сравниваются между собой, а не с каким-либо образцовым значением.

Основные технические параметры

Максимальное число импульсов на полный рабочий цикл 32768

Допустимая частота следования импульсов, мин$^{-1}$ . . .0—10000*
Пределы изменения выходного тока, мА . . . . .4...20
Коэффициент пульсаций выходного тока, %, не более 1
Разрядность ШИМ 10
Частота следования импульсов с ШИМ, Гц 15625
Напряжение питания (постоянное), В . . . . .12...24

* *В одноканальном варианте с углом между датчиками 120 градусов.*

Принципиальная схема одноканального (контролирующего вращение одного вала) счётчика изображена на **рис. 1**. Для фиксации оборотов вала в нём применены бесконтактные датчики Холла A3144 (ВН1 и ВН2). Их сигналы обрабатывает микроконтроллерный модуль Arduino Nano (A1). Назначение его выводов согласно программе:

2, 3 — сигналы от датчиков Холла (входы);

4 — сигнал исправности электропривода (вход);

5 — сигнал установки нуля отсчёта (вход);

6 — сигнал установки максимального числа оборотов (вход);

9 — сигнал токовой петли (выход);

11, 12 — сигналы направления вращения (выходы).

Датчики Холла включены по типовой схеме [2]. Активный уровень их сигналов — низкий. Для согласования уровней сигнала и защиты входов микроконтроллерного модуля A1 с датчиками при длинных линиях связи служат цепи R1C5VD4 и R2C6VD5. Программа микроконтроллера модуля A1 регистрирует моменты поступления сигналов каждого датчика, а затем вычисляет интервалы времени между последовательными срабатываниями датчиков ВН1 и ВН2, затем ВН2 и ВН1 и так далее. По соотношению длительности измеренных интервалов она определяет направление вращения вала. В зависимости от него текущее содержимое счётчика оборотов инкрементируется или декрементируется.

В соответствии с накопленным числом оборотов микроконтроллер формирует последовательность импульсов с зависящим от него коэффициентом заполнения. ФНЧ R5C11 выделяет постоянную составляющую импульсов, пропорциональную текущему числу оборотов. От суммарного сопротивления резисторов R5 и R6 зависит ток в токовой петле, по которой информация передаётся её потребителю, а от ёмкости конденсатора C11 — качество подавления пульсаций. Нагрузочная способность выхода Arduino достаточна для обеспечения максимального, согласно спецификации интерфейса "токовая петля", тока 20 мА без дополнительного усиления.

Число выходов ШИМ, суммарная нагрузочная способность портов (100 мА) [3] и встроенного стабилизатора (200 мА), в принципе, позволяет выполнить на одном модуле Arduino Nano пяти-шестиканальный счётчик. Но допустимая частота входных импульсов в многоканальном варианте уменьшится обратно пропорционально числу каналов, хотя и останется достаточной для большинства практических случаев.

Предусмотрены калибровка счётчика (установка соответствия между максимальным числом подсчитанных оборотов вала и максимальным током в петле) и обнуление текущего содержимого счётчика оборотов с помощью кнопок соответственно SB1 и SB2.

На вход 4 модуля A1 через защитно-формирующую цепь VD6R3R4C4VD1 поступает сигнал "Электропривод исправен" напряжением +12...24 В. При его исчезновении счётчик запоминает калибровку и текущее состояние в EEPROM микроконтроллера, а при появлении восстанавливает запомненные параметры как исходные для дальнейшего счёта.

В случае отсутствия в системе сигнала "Электропривод неисправен" (что весьма маловероятно) можно установить дополнительное реле, подключив его обмотку параллельно обмотке пускателя электродвигателя привода, а нормально разомкнутые контакты — между анодами диодов VD2 и VD6.

Нужно отметить, что счётчик будет нормально работать и без этого сигнала, если анод диода VD6 подключить к точке соединения катодов диодов VD2 и VD3. Но при отключении внешнего питания и разряженной аккумуляторной батарее GB1 информация о текущем состоянии счётчика будет утеряна и придётся, возможно, проводить повторную калибровку.

Программа микроконтроллера модуля A1 разработана в среде Arduino IDE 1.8.7. Её приложенный к статье текст снабжён подробным комментарием, поэтому здесь будут описаны лишь основные моменты.

После описания констант и переменных в процедуре setup происходит конфигурирование выходов и входов микроконтроллера (причём их состояния по умолчанию не дублируются). Затем идёт инициализация регистров TCCR1A и TCCR1B для работы таймера в режиме ШИМ:

```
//Уст. разрядности и частоты ШИМ
 //ШИМ 10 разрядов, 15625 Гц
 TCCR1A = TCCR1A & 0xe0 | 3;
 TCCR1B = TCCR1B & 0xe0 | 0x09;

 //ШИМ 8 разрядов, 7812,5 Гц
 //TCCR1A = TCCR1A & 0xe0 | 1;
 //TCCR1B = TCCR1B & 0xe0 | 0x0a;
```

Здесь исполняются строки программы, настраивающие таймер в режим десятиразрядной ШИМ с частотой следования импульсов 15625 Гц. Это максимально возможная для микроконтроллера ATmega328P частота этих импульсов при тактовой частоте 16 МГц. Такой режим позволяет получить приемлемые пульсации выходного сигнала при использовании простейшего ФНЧ.

Строки, относящиеся к настройке таймера на восьмиразрядную ШИМ, закомментированы и не исполняются. Такой режим можно использовать при невысоких требованиях к точности преобразования. Чтобы работать в нём, эти две строки нужно раскомментировать, закомментировав аналогичные строки для десятиразрядного режима. В этом случае достижима частота импульсов 62500 Гц, что значительно облегчает сглаживание выходного сигнала.

Аналоговые входные модули промышленных контроллеров, на которые предполагается подавать сигнал токовой петли, стандартно обладают функцией усреднения принимаемых значений за период от единиц до сотен миллисекунд и более. Поэтому амплитуда пульсаций тока в рассматриваемом случае некритична и нет смысла стремиться к её уменьшению за счёт максимального увеличения ёмкости конденсатора C11. Под влиянием его собственной индуктивности и ЭПС это приведёт к ухудшению сглаживания. В случае жёстких требований к допустимому уровню пульсаций придётся применить более сложный фильтр.

В ходе выполнения процедуры setup программа также читает из EEPROM микроконтроллера калибровочное (**N0**) и текущее (**n**) число оборотов, если они были сохранены там при сбое питания. Если соответствующие ячейки памяти пусты (содержат код 0xFFFF), переменные принимают значения, заданные по умолчанию.

В основном цикле loop() программа, прежде всего, проверяет исправность электропривода. Если сигнал его исправности отсутствует, происходит однократная запись в EEPROM значений калибровочного и текущего числа оборотов (сохранение текущего состояния системы). Затем происходит опрос датчиков Холла. По фронту импульса в момент перехода датчика из активного состояния в пассивное соответствующей переменной **t1** или **t2** присваивается значение текущего времени. Далее по соотношению интервалов времени между срабатыванием датчиков Холла программа определяет направление вращения. В зависимости от него переменная **n** изменяется на единицу в сторону увеличения или уменьшения. Поскольку исходное значение хранящей информацию о направлении логической переменной **fwDir** ложно, первый после подачи питания оборот вала всегда считается сделанным в обратном направлении. На практике это несущественно.

При продолжительной работе счётчика приблизительно через каждые 50 суток происходит переполнение программного счётчика длительности работы программы **millis()**. Для исключения вызванных этим сбоем счёта оборотов производится проверка обоих интервалов между срабатываниями датчиков на положительность их значений.

Важный момент — ограничение значения переменной **n** (текущего числа оборотов). Его удерживает в интервале 0—N0 следующий фрагмент программы:

```
//Ограничение n
If (n>N0) {n = N0;}
If (n<0) {n = 0;}
```

Выходной сигнал счётчика формируется в таком фрагменте:

```
//Формирование выходного сигнала
float d = (float)n/(float)N0;
unsigned int a = K1 + floor(K2*d);
analogWrite(AO_PIN, a);
```


Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2019

Здесь сначала вычисляется вспомогательная переменная **d** в формате с плавающей запятой (float), что повышает точность вычислений. Предварительно переменные **n** и **N0** также переводятся в этот формат. Такой способ вычислений типичен для восьмиразрядных микроконтроллеров, в том числе для применённого в Arduino Nano микроконтроллера ATmega328P. Правда, операции с плавающей запятой выполняются значительно медленнее, чем с фиксированной. Но в рассматриваемом случае дополнительные затраты времени некритичны.

Далее вычисляется лежащее в интервале 0—1023 значение целочисленной переменной **a**, задающее нужный коэффициент заполнения импульсов ШИМ от 0 до 100 %. Эта переменная служит параметром процедуры **analogwrite()**, формирующей импульсную последовательность на выводе **AO_PIN** (9) модуля A1.

Коэффициентами **K1** и **K2** заданы соответственно исходное значение (при нулевом **n**) и крутизна изменения коэффициента заполнения импульсов, следовательно, среднего значения напряжения на выводе 9 и тока в петле. Сумма этих коэффициентов для максимального тока в петле 20 мА должна быть равна 1023. При необходимости их можно корректировать, чтобы изменить пределы изменения тока без подборки резисторов R5 и R6.

В случае нелинейной зависимости измеряемого технологического параметра от числа оборотов и недостаточной вычислительной мощности микроконтроллера её коррекцию целесообразно возложить на потребителя информации от счётчика.

Общая погрешность преобразования зависит от максимального значения числа оборотов за полный рабочий цикл и разрядности ШИМ. При десятиразрядной ШИМ достижима погрешность около 0,1 %.

Обнуление счётчика производят в процессе его калибровки при начальном положении перемещаемого электроприводом узла. Эта операция может быть произведена одновременным переводом обоих датчиков Холла в активное состояние (поднесением к ним внешних магнитов) или нажатием на кнопку SB2 ("Уст. 0"). При этом значения калибровочного и текущего числа оборотов становятся нулевыми.

Калибровку по конечному положению производят нажатием на кнопку SB1 ("Калибр."). Текущее содержимое счётчика в этот момент заносится в память как калибровочное. В последовательный порт модуля A1 при калибровке выводятся соответствующие сообщения, а светодиод на плате модуля дважды мигает. Для световой индикации использована функция **LED_blink()**. Переход любого из датчиков Холла в активное состояние всегда сопровождается одиночной вспышкой светодиода.

Процедуры вывода информации в последовательный порт в приложенной к статье версии программы служат для наблюдения за ходом её исполнения с помощью "Монитора последовательного порта" среды разработки Arduino IDE. Это бывает необходимо и при проведении пусконаладочных работ. Большинство таких процедур в тексте программы закомментировано, и для использования их следует раскомментировать. Назначение их очевидно, и пояснений не требуется.

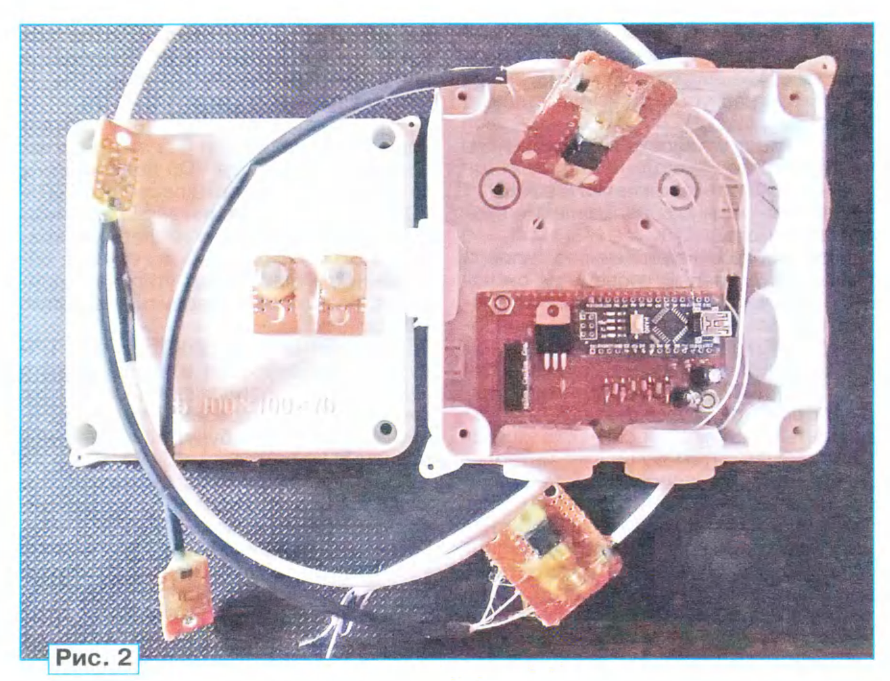
Поскольку напряжение питания промышленных систем АСУТП, как правило, 24 В постоянного тока, питание счётчика оборотов организовано следующим образом. Датчики Холла ВК1 и ВК2 получают питание от интегрального стабилизатора DA1. Модуль A1 питается от интегрального стабилизатора DA2. Это сделано для исключения возможных взаимных помех.

Резервное питание счётчика обеспечивает аккумуляторная батарея GB1 напряжением 12 В по классической схеме с диодной развязкой. Для периодического обслуживания и подзарядки батарею следует извлекать из устройства.

шагом монтажных отверстий 2,54 мм. На ней же размещены другие элементы устройства, в том числе обе кнопки. Этим кнопки защищены от случайных нажатий в процессе эксплуатации, нарушающих калибровку. Все соединения выполнены изолированным монтажным проводом.

Плата в корпусе с открытой крышкой показана на **рис. 2**. Там же видны две пары датчиков Холла, размещённых на отдельных платах (сфотографирован двухканальный вариант счётчика оборотов). На одной плате каждой пары размещён датчик Холла ВН1 со стабилизатором напряжения DA1, конденсаторами С1 и С2 и резистором R1. На второй — датчик Холла ВН2, конденсатор С3 и резистор R2.

Следует учитывать, что используемые датчики чувствительны к направлению магнитного поля и срабатывают лишь при приближении к ним определённого полюса магнита. Поэтому перед монтажом датчиков вблизи контролируемого вала следует определиться с расположением относительно них применяемых магнитов. Небольшие платы с приклеенными к ним магнитами показаны на рис. 2 лежащими на крышке корпуса.


Рис. 2

Датчики Холла A3144 допустимо заменить на A3141, CS3020 или CS3120, интегральные стабилизаторы LM7809 — на LM7808 или аналогичные с выходным стабилизированным напряжением 8...9 В. Вместо стабилитронов 1N4732A можно применить другие маломощные с напряжением стабилизации 3,9...5,1 В, в том числе КС139А—КС147А. Все резисторы — С2-23Н, С2-33Н, МЛТ или MF указанной на схеме мощности. Оксидные конденсаторы — К50-35, К50-68, остальные — керамические К10-17б или аналогичные. Кнопки — любого типа для монтажа на плату. Аккумуляторная батарея GB1 — свинцово-кислотная гелевая на 12 В ёмкостью 4...7 А·ч.

Устройство собрано в пластмассовом корпусе размерами 100×100×50 мм. Модуль Arduino Nano закреплён с помощью паяных проволочных перемычек на макетной плате размерами 75×40 мм с

Платы датчиков Холла соединены между собой и с основной платой прибора показанными на схеме витыми парами проводов длиной не более 1 м. Рекомендую использовать экранированный кабель FTP категории не ниже 5 в оболочке для прокладки на открытом воздухе. Можно использовать и кабели STP, SSTP, SFTP с индивидуальным экраном для каждой пары проводов. Для прокладки в агрессивных средах следует применять кабель в полиэтиленовой оболочке. Сигнал токовой петли подают потребителю также с помощью витой пары проводов.

Каждая плата после сборки залита с обеих сторон тонким ровным слоем

силиконового герметика или термоклея для защиты от влаги. На этапе монтажа можно не заботиться о правильном чередовании срабатываний датчиков Холла при вращении вала в прямом и обратном направлениях. Их последовательность можно будет изменить программно.

Рекомендую выбирать место установки счётчика так, чтобы число оборотов контролируемого вала, требующееся для перемещения рабочего органа между крайними позициями, было как можно больше. Это обеспечит максимальную точность соответствия тока в петле текущему числу оборотов вала. Однако оно не должно превышать числа возможных значений коэффициента заполнения импульсов ШИМ. Для десятиразрядного варианта это 1023, для восьмиразрядного — 255.

В авторском варианте датчики Холла установлены на кожухе соединительной муфты вблизи вала редуктора (**рис. 3**), частота вращения которого около 30 мин$^{-1}$. Магнит закреплён на поверхности муфты стальным хомутом на шпильке с резьбой и специально изготовленном П-образном стальном держателе. Изгибая этот держатель, находят оптимальное положение магнита. Естественно, крепление магнита может быть и другим. Нужно лишь позаботиться, чтобы оно было надёжным и устойчивым к вибрации.

В электронной части правильно собранного счётчика оборотов необходимо подобрать сопротивления резисторов R5 и R6, обеспечивающие ток в петле 20±1 мА при значении переменной **a** 1023. Более точно ток устанавливают подборкой коэффициента **K2** в программе. Сумма типовых значений выходного сопротивления вывода модуля Arduino Nano и входного сопротивления аналогового модуля промышленного контроллера обычно около 50 Ом. Это следует учитывать при расчёте сопротивлений резисторов R5 и R6.


Рис. 3

Настройка механической части счётчика заключается в юстировке датчиков Холла. Необходимо обеспечить оптимальный (обычно не более 10 мм) зазор между этими датчиками и проходящим через их чувствительные зоны магнитом. При оптимальном зазоре будут обеспечены устойчивые срабатывания датчиков, о чём можно судить по вспышкам светодиода в модуле A1.

В завершение необходимо проверить очерёдность срабатывания датчиков BH1 и BH2. Для этого в начинающемся строкой

```
//LED and serial out
```

фрагменте программы найдите и раскомментируйте строку

```
//Serial.println("N:"+String(n));
```

Подключив к разъёму USB модуля Arduino Nano ноутбук и запустив на нём "Монитор последовательного порта" среды разработки Arduino IDE, наблюдайте на экране изменения переменной **n**. Её значение должно увеличиваться при вращении контролируемого вала в условно прямом направлении и уменьшаться при его вращении в обратном направлении. Если наблюдается обратная картина, необходимо поменять местами заданные в начале программы значения констант **IN1_PIN** и **IN2_PIN** (номера выводов модуля Arduino Nano, к которым подключены датчики Холла).

ЛИТЕРАТУРА

1. Токовая петля. — URL: **https://ru.wikipedia.org/wiki/Токовая_петля** (29.07.2019).

2. A3141, A3142, A3143, and A3144 Sensitive Hall Effect Switches for High-Temperature Operation. — URL: **https://www.elecrow.com/download/A3141-2-3-4-Datasheet.pdf** (30.07.2019).

3. ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P. — URL: **http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega48A-PA-88A-PA-168A-PA-328-P-DS-DS40002061A** (30.07.2019).



Новая оптическая система пирометра

Д. МОЛОКОВ, г. Нижний Тагил Свердловской обл.

В статье предложен вариант замены простейшей оптической системы пирометра на зеркальную фокусирующую систему.

Чувствительные элементы оптических пирометров серии AR производства SMART SENSOR — миниатюрные датчики серии HMS производства HEIMANN SENSOR или их аналоги. Возможности этих пирометров существенно ограничены применённой в них оптической системой, состоящей из единственной линзы Френеля, изготовленной из гибкого полупрозрачного пластика. Эта линза имеет, как правило, значительную остаточную деформацию в свободном состоянии, а иногда и дефекты поверхности.

Система не имеет регулировки фокусного расстояния. Линза установлена без фиксации в кольцевых канавках тубуса, размеры которых не устраняют полностью остаточную деформацию. Оптическое разрешение таких приборов находится в пределах от 12:1 до 50:1. Лазерный целеуказатель не имеет регулировок, позволяющих ориентировать оптическую ось лазера при его замене.

Кроме линзовой фокусирующей системы, в пирометрах находят применение зеркальные и зеркально-линзовые системы [1]. Их можно изготовить с использованием узлов оптических систем устаревшей фотографической, демонстрационной, копировально-множительной или измерительной техники. При использовании таких систем исключается необходимость применения устройств визуального целеуказания, как части фокусирующей системы. Важное достоинство зеркальных отражательных систем — отсутствие хроматической аберрации.

В рассматриваемом случае я применил оптическую систему Грегори [2]. Лазерный целеуказатель оборудован регулировками, позволяющими ориентировать оптическую ось лазера.

Основные технические характеристики

Измеряемая температура, °С ....–50...+470
Оптическое разрешение:
новой оптической системы 400:1
старой оптической системы 12:1
Коэффициент усиления:
новой оптической системы 1000
старой оптической системы 50
Диаметр пятна контроля на расстоянии 20 м, мм:
новой оптической системы 132
старой оптической системы 1500
Коэффициент излучения по умолчанию 0,95
Длина волны, мкм ....8...14

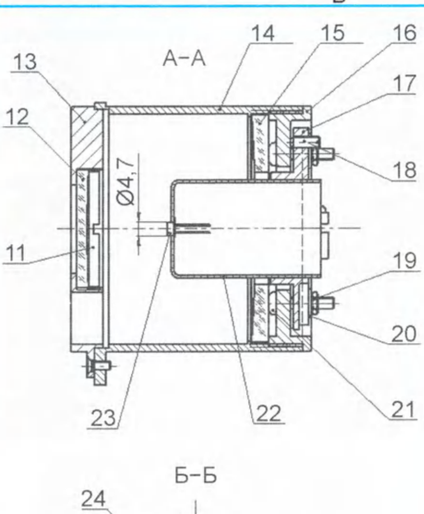
РАДИО®
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2019

Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Рис. 5



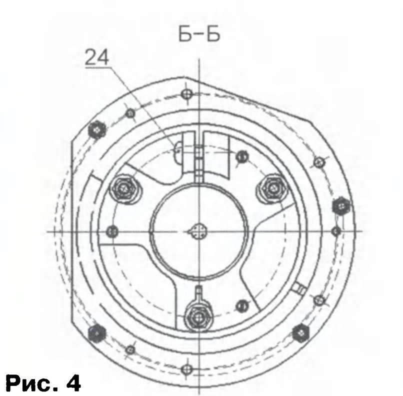


Рис. 4

Эскизы пирометра с новой оптической системой изображены на **рис. 1—5**. Оптическая система (1) закреплена на текстолитовой пластине (2) толщиной 4 мм четырьмя шпильками (7) длиной 100 мм с резьбой М3. Пластина (2) имеет отверстие диаметром 17 мм напротив отверстия в передней крышке пирометра, через которое проходят провода от датчика HMS (23) и датчика температуры окружающей среды. На внутреннюю часть шпилек надета термоусаживаемая трубка (6). Пирометр закреплён на пластине (2) двумя винтами М3 (25) и двумя гайками М3 (26) за съёмную переднюю крышку (3), а также двумя скобами (4), закреплёнными на пластине (2) двумя винтами М3 (8) и двумя гайками



Рис. 6

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

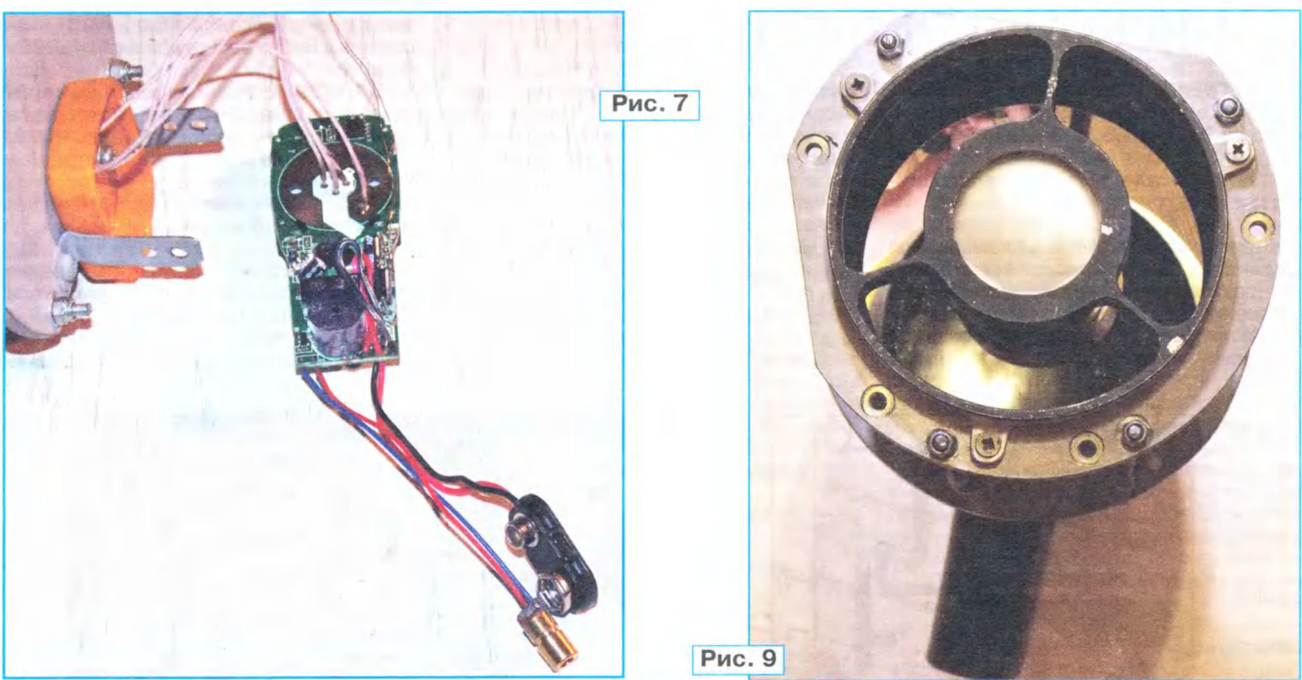

Рис. 7

Рис. 9


Рис. 8

М3 (9). К половинам корпуса пирометра она прикреплена двумя самонарезающими винтами для пластмассы (10).

Оптическая система смонтирована в алюминиевом корпусе (14). Зеркало (12) с фокусным расстоянием 150 мм и диаметром 40 мм установлено в алюминиевой оправе (13), имеющей три сквозных окна, и закреплено в ней резьбовой втулкой (11). Зеркало (15) с фокусным расстоянием 120 мм и диаметром 80 мм установлено в корпусе (14) и закреплено в нём резьбовой втулкой (16).

Датчик (23) установлен в алюминиевом стакане (22) и имеет с ним надёжный тепловой контакт. Стакан (22), в свою очередь, установлен в хомуте (17) стянутом винтом М4 (24). Хомут (17) прикреплён к втулке (16) тремя центрирующими винтами М4 (21), тремя гайками М4 (19) через три шайбы (20). Перпендикулярность поверхности датчика (23) оптической оси системы обеспечивают тремя установочными винтами М4 (18).

Перед монтажом оптической системы необходимо извлечь из корпуса пирометра детали тубуса и линзу (**рис. 6**) и отпаять датчик. Лазерный излучатель при этом остаётся в предусмотренном для него гнезде корпуса. Контактную площадку штатного тубуса соединяют с корпусом устанавливаемой системы. Датчик следует соединить четырьмя проводами с соответствующими контактными площадками печатной платы (**рис. 7**). На этом рисунке виден и датчик температуры. Необходимо обеспечить тепловой (но не электрический) контакт его чувствительной части с любой массивной металлической деталью оптической системы.

На **рис. 8** показан вид собранного пирометра сбоку. Виден общий провод, соединённый через монтажный лепесток с корпусом оптической системы. Вид пирометра спереди показан на **рис. 9**. Описания оптической системы Грегори и рекомендации по изготовлению зеркал для неё можно найти в [3] и [4].

Поместить чувствительную поверхность датчика (23) в фокус системы следует перемещением стакана (22) с последующей его фиксацией хомутом, стягиваемым винтом (24). Соосность оптических осей датчика (23) и фокусирующей системы обеспечивают винтами (18) и гайками (19). Для регулировки фокуса можно использовать любой источник видимого света. По окончании всех регулировок необходимо зафиксировать регулировочные винты и гайки краской.

После монтажа оптической системы сориентируйте оптическую ось лазерного излучателя регулировкой гаек (5) в четырёх, по числу шпилек (7), местах.

Работа с доработанным пирометром соответствует его заводскому руководству по эксплуатации. Нельзя прикасаться к металлическим поверхностям оптической системы. Пирометр следует удерживать только за рукоятку. При работе в запылённом помещении можно закрыть окна оптической системы целлофановой плёнкой толщиной не более 0,06 мм без покрытия [2].

Работа прибора проверена при расстоянии до объекта измерения до 20 м. При большем удалении его ручная наводка затруднена.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Криксунов Л. З.** Справочник по основам инфракрасной техники. — М.: Советское радио, 1978.

2. **Джемисон Дж. Э.** и др. Физика и техника инфракрасного излучения. — М.: Советское радио, 1965.

3. **Навашин М. С.** Телескоп астронома-любителя. — М.: Наука, 1979.

4. **Сикорук Л. Л.** Телескопы для любителей астрономии. — М.: Наука, 1982.

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

МАТВЕЕВ В. Простые приборы для садовода и огородника. — Радио, 2019, № 9, с. 38.

Печатная плата измерителя влажности.

Чертёж печатной платы измерителя влажности почвы и расположение элементов, кроме выключателя, микроамперметра и батареи питания, приведены на **рис. 1**. Плата рассчитана на установку указанных на схеме транзисторов, резисторов МЛТ, С2-23, импортных плёночных конденсаторов С3 и С4, а также керамических конденсаторов К10-17 (С1 и С2).

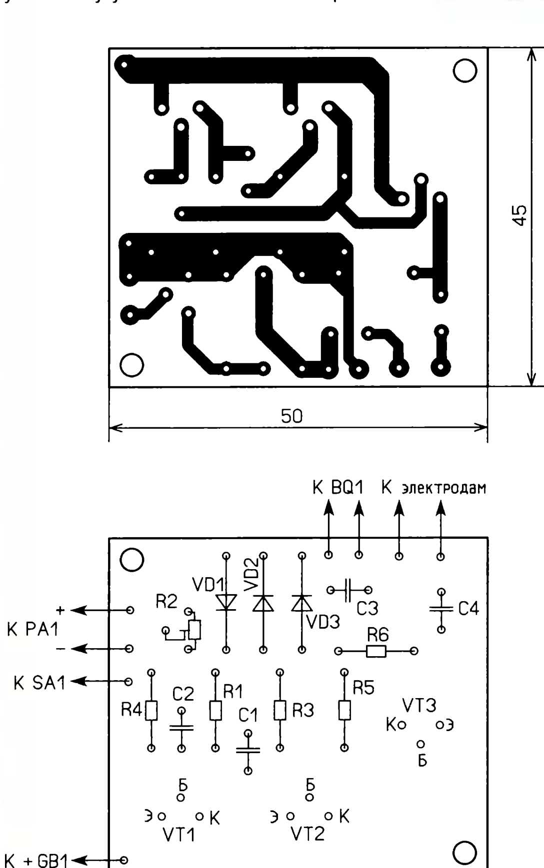


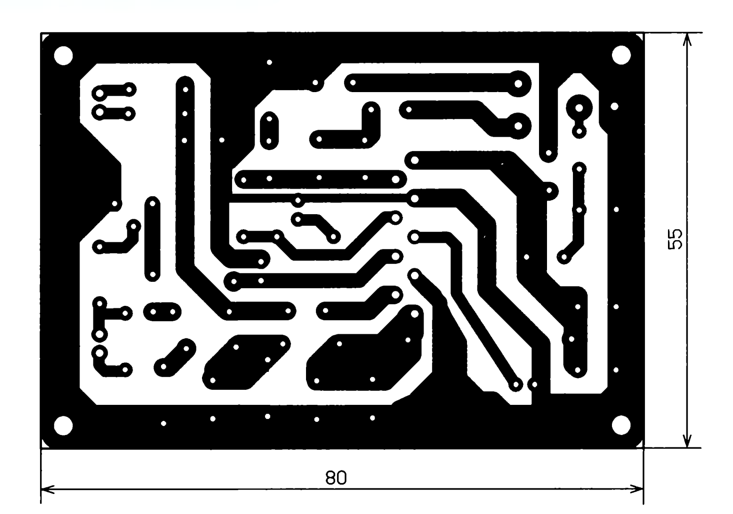
Рис. 1

*От редакции. Чертежи печатной платы в формате Sprint LayOut и bmp имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/10/sad.zip** на нашем FTP-сервере.*

БУТОВ А. Активная встраиваемая АС для компьютера. — Радио, 2019, № 5, с. 23—25.

Печатная плата УМЗЧ.

Чертёж печатной платы и расположение элементов приведены на **рис. 2**.



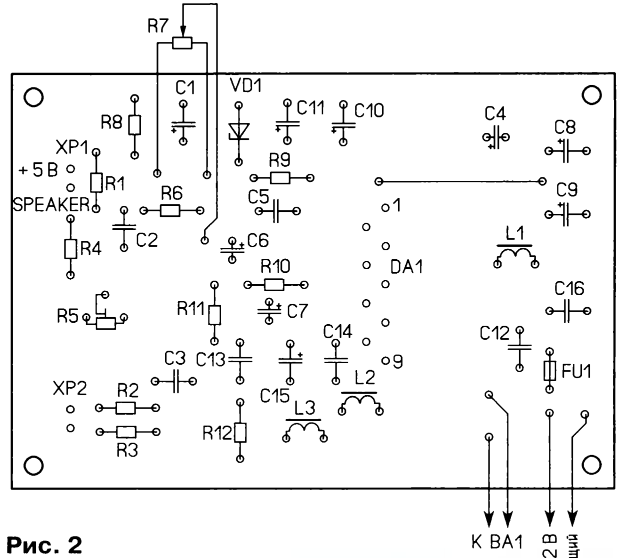


Рис. 2

Плата рассчитана на установку указанных на схеме элементов и микросхемы с двухрядной формовкой выводов. Вариант печатной платы для микросхемы с однорядной формовкой выводов имеется на нашем сайте.

*От редакции. Чертежи печатных плат в двух вариантах в формате Sprint LayOut и bmp имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/10/as.zip** на нашем FTP-сервере.*

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ЯКУШКИН П. Генератор для двигателя ДСК 50 в ЭПУ. — Радио, 2018, № 3, с. 19—21.

Ошибка на схеме (рис. 1 в статье).

На рис. 1 в статье левые по схеме выводы резистора R4 и конденсатора C2 должны быть соединены с выходом (выводом 4) микросхемы DA2, а не с неинвертирующим входом (выводом 1) микросхемы DA3 и резисторами R24, R25.

БАЛАЕВ Б. Экономичный измеритель ёмкости и ЭПС конденсаторов с усиленной защитой. — Радио, 2019, № 8, с. 17—21.

Ошибка на схеме (рис. 1 в статье) и плате (рис. 3 в статье).

*На схеме (рис. 1 в статье) неверно указаны номера выводов транзистора VT2. Правильная его цоколёвка: 5—8 — сток, 1—3 — исток, 4 — затвор **(рис. 3)**. Соответственно и на виде расположения элементов на печатной плате (рис. 3 в статье, средний вид) неправильно указаны номера выводов этого транзистора. Правильный фрагмент показан на **рис. 4**.*

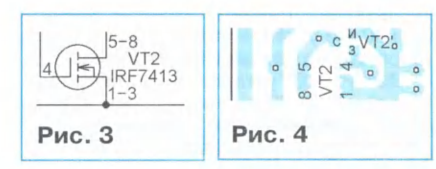


Рис. 3 Рис. 4

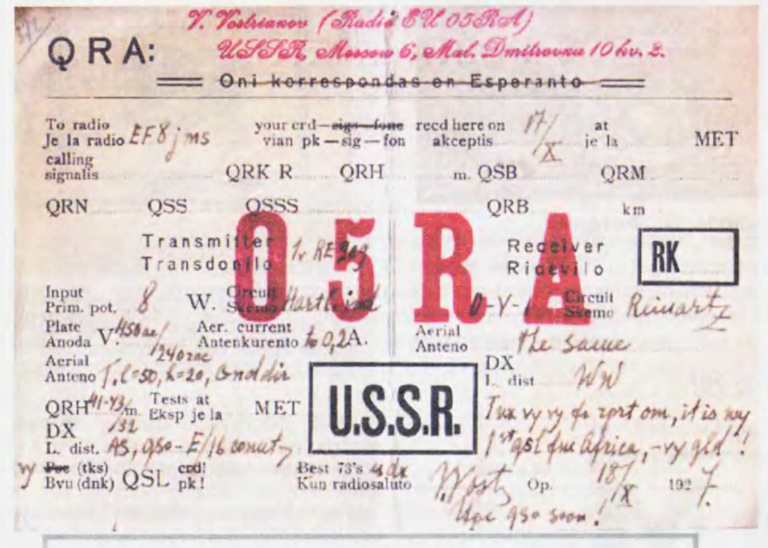
Известный коротковолновик-журналист Вадим Востряков

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Эта статья подготовлена по материалам книги Георгия Члиянца (UY5XE) и Бориса Степанова (RU3AX) "Листая старые "CallBook" и не только... (1925—1941)" (Львов: СПОЛОМ, 2008) и по радиолюбительским журналам разных лет.

Москвич Вадим Борисович Востряков (1897—?) проживал на ул. Малая Дмитровка, д. 10, кв. 2 и уже в 1925 г. вышел в эфир под "нелегальным" позывным R3WW.

на позывной 05RA (мощность — до 10 Вт, длина волны — 76 м и ограничение на работу в эфире по времени) [2] и начинает активно работать в эфире.


V. Vostrianov (Radio EU 05RA)
QRA: USSR, Moscow 6, Mal. Dmitrovka 10 kv. 2.
~~Oni korrespondas en Esperanto~~
To radio / Je la radio EF8jms — your crd — ~~sig — fone~~ / vian pk — sig — fon — recd here on / akceptis 17/X — at / je la — MET
calling signalis — QRK R — QRH — m. QSB — QRM
QRN — QSS — QSSS — QRB — km
Transmitter / Transdonilo 1v RE... — Receiver / Ricevilo 0-V-1
05RA — RK
Input / Prim. pot. 8 W. — Circuit / Skemo Hartley — Circuit / Skemo Reinartz
Plate / Anoda V. 450ac/240ac — Aer. current / Antenkurento 0,2A. — Aerial / Anteno the same
Aerial / Anteno T, l=50, h=20 — DX / L. dist. WW
QRH 41-43/32 m. — Tests at / Eksp je la — MET — U.S.S.R.
DX / L. dist. AS, qso-E/16 count.
Tnx vy vy fr rprt om, it is my 1st QSL fm Africa, vy gld!
vy tks / Bvu (dnk) QSL — crd! / pk! — Best 73's es dx / Kun radiosaluto — V. Vostr. — Op. — 18/X 192 7.
Hpe qso soon!

QSO с французским коротковолновиком.



Вадим Борисович Востряков.

Примечание. Цифру "3" в своём позывном он применил, видимо, потому, что считал себя третьим коротковолновиком после R1FL (Фёдор Алексеевич Лбов из Н. Новгорода) (подробнее см. [1]) и R2WD (Василий Григорьевич Денисов из Иркутска, позже — 37RA / RK-29, au1AE).

В 1926 г. Вадим Борисович получил наблюдательский позывной RK-24, а 1 января 1927 г. — разрешение НКиПТ

С конца 1927 г. — начала 1928 г. он ведёт в журнале "Радиолюбитель" постоянную рубрику для коротковолновиков — "Короткие волны QRA-QSL-QRB".

В январе—феврале 1928 г. проводится Test EU-EE (прим. автора — "СССР—Испания"), в котором 05RA занял первое место (провёл десять QSO с испанскими коротковолновиками), о чём сообщал в 1928 г. журнал "Радиолюбитель" [3].

9 февраля 1928 г. 05RA и 20RA практически одновременно провели первые QSO "Москва—США". У В. Вострякова передатчик имел мощность девять ватт.

Примечание. 20RA — Дмитрий Григорьевич Липманов (Москва, ранее — RK-83, член редколлегии журнала "Радио Всем", позже — eu2AM).

В 1929 г. Вадим Борисович получает позывной eu2AC и в октябре становится радистом парохода "Микоян", который уходит в двухгодичное кругосветное путешествие. В это время В. Востряков поддерживал регулярную связь с москвичами Н. Байкузовым (eu2BD) и В. Кругловым (eu2BV).

Примечание. eu2BD — Николай Афанасьевич Байкузов (подробнее см. [4]), eu2BV — Владимир Емельянович Круглов (ранее — 93RA, позже — U3AD, после войны — UA3AZ).



QSL eu2AC.



Лотерейный билет Третьей Всесоюзной лотереи ОСОАВИАХИМа.



QSL UA3AM.

Интересно, что пассажиром парохода "Микоян" на время путешествия в течение четырёх месяцев мог стать выигравший путёвку (стоимостью 10000 руб.) в Третьей Всесоюзной лотерее ОСОАВИАХИМА, тираж которой был разыгран в июне 1929 г.

Примечание. Выписка из "Условий лотереи": "В сумму стоимости кругосветных и европейских путешествий входят проезд, суточные за время путешествия, экипировка, страхование жизни, оплата паспорта, виз и т. д.".

Летом 1931 г. eu2AC становится организатором связи и радистом парохода "Ленин" во время Ленско-Колымской экспедиции Наркомвода, о чём рассказывает в своей статье "Полярный рейс парохода "Ленин" [5].

В период 1933—1941 гг. В. Востряков работает в эфире позывным U3AT.

В годы войны он готовил радистов для армии. В частности, он был наставником Алексея Орлова (после войны — UA3DT).

После войны Вадим Борисович получает позывной UA3AM и возвращается к продолжению популяризации нашего хобби — активного сотрудничества с редакцией журнала "Радио".



Справочные материалы для коротковолновика.

В. Б. Востряков одним из первых коротковолновиков 7 мая 1946 г. был награждён значком "Почётный радист".

По-своему интересны "Справочные материалы для коротковолновика", составитель В. Б. Востряков (UA3AM), под общей редакцией Э. Т. Кренкеля (RAEM) (М.: Редиздат ЦС Союза ОСОВИАХИМ СССР, 1947, 50 с.), в которых были приведены разнообразные данные как для практической работы коротковолновиков в эфире, так и для общего сведения (список активных индивидуальных любительских радиостанций и радиоклубов ОСОВАИАХИМ, адреса учреждений, организаций и ведомств, связанных с коротковолновым радиолюбительством, а также адреса учебных заведений по радиоспециальностям).

Примечание. Вышеуказанные материалы были первым послевоенным изданием для коротковолновиков и служило им более десяти лет. Так, например, первый "Перечень любительских коротковолновых радиостанций СССР" был выпущен ЦРК ДОСААФ аж в 1958 г. (так называемым "карманным" форматом — 75 с.).

В послевоенные годы UA3AM занимался с юными коротковолновиками в Московском городском доме пионеров и школьников.

Следует отметить, что Б. Г. Степанов (UW3AX, позже — RU3AX, ныне — S.K.) считал В. Вострякова своим наставником, что, видимо, повлияло на то, что Борис Григорьевич начал издавать "Справочник коротковолновика", который выдержал три издания (1974 г., 1986 г. и 1997 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Члиянц Г.** R1FL — наш первый "нелегал". — Радио, 2019, № 9, с. 53—56.

2. Список передатчиков, разрешённых НКПТ к установке отдельными лицами для индивидуального пользования на 1 января 1927 г. — Радио Всем, 1927, № 3, 3-я с. обложки.

3. **Востряков В.** Короткие волны QRA-QSL-QRB. Результаты TEST'а СССР—Испания. — Радиолюбитель, 1928, № 3—4, с. 139, 140.

4. **Члиянц Г.** Н. А. Байкузов — редактор журнала "Радио" (1946—1952 гг.). — Радио, 2018, № 8, с. 51, 52.

5. **Востряков В.** Полярный рейс парохода "Ленин". — Радиофронт, 1932, № 11, с. 70—73.



Антенна для коттеджа

Игорь ГОНЧАРЕНКО (DL2KQ), г. Бонн, Германия

Если у радиолюбителя-коротковолновика есть небольшой участок земли около загородного дома или дачи, то он непременно захочет установить там антенны и работать оттуда в эфире. Причём работать так, чтобы это было не "мучением", а удовольствием, т. е. работать на хороших антеннах и во всех КВ-диапазонах.

Но на участке площадью в несколько соток разместить даже две антенны бывает сложно, и поэтому желательно построить хорошую антенну на все КВ-диапазоны на одной мачте. А хорошая (т. е. способная работать с DX не в результате случайного везения, а систематически) стоящая на земле антенна на низкочастотные КВ-диапазоны может быть только вертикалом. Для хорошего КПД на диапазоне 1,8 МГц её физическая высота должна быть около 20 м.

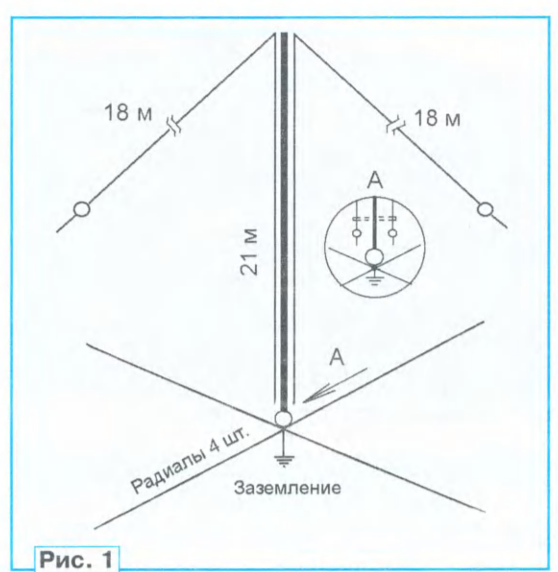


Рис. 1

Вертикал с такой высотой и с ёмкостными нагрузками (а без них делать укороченную вертикальную антенну бессмысленно) имеет хорошую зенитную диаграмму направленности (ДН) вверх по частоте максимум до 7 МГц, т. е. на низкочастотных КВ-диапазонах. При дальнейшем повышении частоты основное излучение уходит вверх, и антенна на высокочастотных КВ-диапазонах становится непригодной для работы с DX. Проблема решается, если на ВЧ-диапазонах антенна работает с горизонтальной поляризацией. Для этого наверху мачты должны быть наклонные провода, способные работать как диполь. При высоте такого диполя над землёй около 20 м его усиление на ВЧ под низкими зенитными углами будет больше, чем у любого вертикала.

Итак, определимся с перечнем требований для построения хорошей антенны:

1. Единственная мачта высотой около 20 м (не очень критично, можно ±2...3 м, лучше, конечно, в плюс) на изоляторе. Такую мачту трудновато, но можно поставить и укрепить на небольшом земельном участке.

2. Точка питания и согласования внизу мачты (диапазонов много, согласовывать точно придётся, а летать мы не умеем...).

3. Хорошее высокочастотное заземление, способное работать от 1,8 до 7 МГц (вертикалы без него, увы, не работают). Варианты: несколько полноразмерных радиалов, много укороченных радиалов ниже глубины сельскохозяйственных работ, металлические столбы забора, соединённые подземными проволоками с основанием мачты.

4. Согласующее устройство — перестраиваемый ручной или автоматический антенный тюнер. Раз мы добиваемся хорошей зенитной ДН в диапазонах от 160 до 10 метров от одной мачты, то согласование — неизбежная плата за это.



Рис. 2

5. Переключение поляризации излучения антенны (ручное или с помощью реле).

6. Если мачта выше окружающих строений, она будет служить и громоотводом. Поэтому нужны мощный разрядник у изолятора мачты и молниеприёмное заземление.

В авторском варианте антенна представляет собой вертикальную телескопическую алюминиевую мачту высотой 21 м, установленную на изоляторе прямо на земле. Вдоль мачты от изолятора до верха идёт воздушная двухпроводная линия, которая наверху расходится в стороны, образуя диполь Inverted V с плечами по 18 м (тоже не очень критично, и тоже можно ±2...3 м) под углом около 40°...50° к мачте. Антенна может питаться двумя способами: по коаксиальному кабелю или по воздушной двухпроводной линии.

В зависимости от диапазона и поляризации антенна внизу коммутируется:

- Для горизонтальной поляризации мачта заземляется, а питание подаётся дифференциально, в провода двухпроводной линии. Антенна работает как диполь Inverted V. Большая высота подвеса этого диполя обеспечивает его хорошую работу с DX на ВЧ-диапазонах.

- Для вертикальной поляризации провода линии соединяются между собой. Питание подаётся между ними и ВЧ-заземлением. Антенна работает на НЧ-диапазонах как вертикальный излучатель с ёмкостными нагрузками.

Схема антенны показана на **рис. 1**, а внешний вид — на фотографии **рис. 2** (провода и растяжки обмёрзли, поэтому хорошо видны).

Линия и диполь сделаны из медного провода диаметром 1,5...2 мм. Каждая из половин антенны (одно плечо диполя + один провод линии) сделана из целого куска провода. Двухпроводная линия закреплена на стеклотекстолитовых стержнях диаметром 10...12 мм и длиной около 200 мм. Каждый стержень прикреплён перфорированной оцинкованной лентой к червячному хомуту, который, в свою очередь, надет на мачту. Конструкция крепления двухпроводной линии к мачте — на фотографии **рис. 3**.



Рис. 3

Линия туго натянута вдоль мачты, иначе она будет болтаться под действием ветра и замыкать.

Внизу на мачте закреплена коробка коммутации. В неё входят четыре антенных провода: два от линии и по одному от мачты и заземления. В зависимости от выбранного способа питания из коробки коммутации выходит либо коаксиальный кабель (его разумнее всего провести под землёй, ниже радиалов), либо двухпроводная линия к тюнеру в шеке. Но так как такую линию под землёй не проведёшь, то она, выходя из коробки коммутации под углом 30°...45°, поднимается до уровня первого яруса растяжек на высоту 2,5...3 м и далее идёт горизонтально, не мешая проходу людей под ней.

Схема коммутации поляризаций при использовании питания по коаксиальному кабелю показана на **рис. 4**. В этом варианте у основания антенны необходим тюнер — автоматический или набор диапазонных несимметричных согласующих LC-цепей. В последнем случае согласующие цепи либо коммутируются с помощью реле, либо вручную, перемычками с "крокодилами" на концах. При вертикальной поляризации половинки антенны включаются вместе, а тюнер — между ними и землёй. При горизонтальной — двухпроводная линия от дипольной антенны симметрируется балуном T1 и

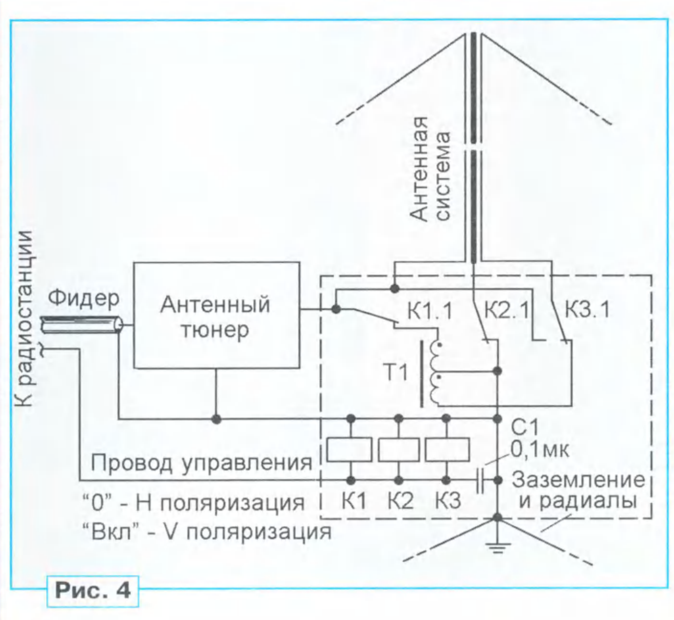


Рис. 4

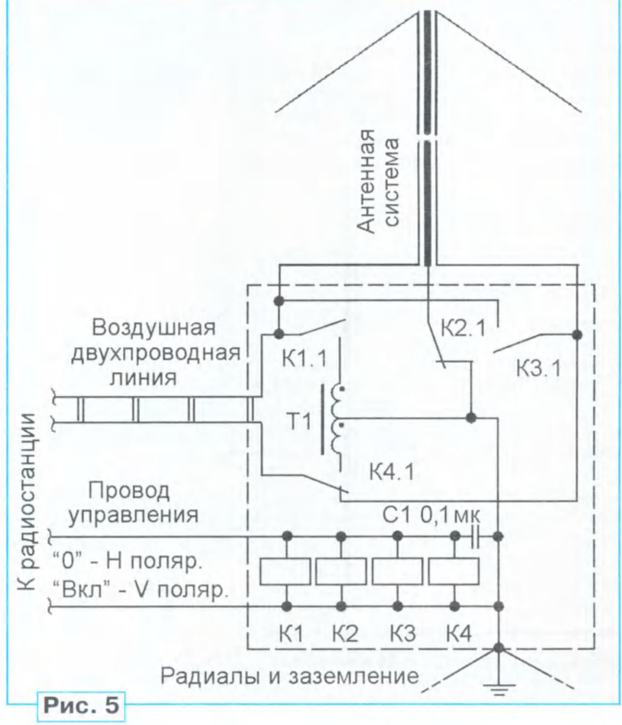


Рис. 5

подаётся на несимметричный тюнер (мачта при этом заземляется, что улучшает симметрию).

При мощности передатчика 1 кВт у реле К1—К3 должны быть зазоры между контактами более двух миллиметров на ток до 10 А. Паразитные реактивности контактов реле неважны, они будут компенсированы тюнером при настройке.

Симметрирующий трансформатор Т1 нужен для перехода с симметричной дипольной антенны на несимметричный тюнер. Он используется при горизонтальной поляризации на диапазонах 3,5...28 МГц (на 1,8 МГц нет смысла использовать короткий диполь). При мощности передатчика до 1 кВт трансформатор Т1 может быть намотан на двух сложенных вместе кольцевых магнитопроводах Fai-Rite 5961003821 (проницаемость — 125, размеры — 63×34×14 мм) или FT-240-K (проницаемость — 400, размеры — 65×35×13 мм). В первом случае обмотка содержит 2×13 витков провода сечением более1,5 мм^2 во фторопластовой изоляции, во втором — 2×9 витков такого же провода. При отсутствии толстого провода во фторопластовой изоляции можно взять обычный голый медный провод и поверх него осадить 2...3 слоя термоусаживаемых трубок возрастающих диаметров.

Также может быть использован готовый балун на соответствующую мощность, способный работать в цепях с реактивностью (смотрите, например, балуны на выходе промышленных Т-тюнеров).

Схема при питании по двухпроводной линии показана на **рис. 5**. У основания антенны остаётся только коммутатор поляризаций. Он может быть выполнен в двух вариантах. При горизонтальной поляризации двухпроводная линия питания прямо подключается к двухпроводной линии, идущей вдоль мачты, а сама мачта заземляется. Получается обычной диполь, питаемый по длинной двухпроводной линии. Симметрирующий трансформатор полностью отключён. При вертикальной поляризации синфазный сигнал с несимметричной антенны (два включённых параллельно плеча как вертикал с ёмкостными нагрузками и ВЧ-земля) балуном Т1 превращается в дифференциальный и подключается к питающей линии.

Балун Т1 в этом варианте наматывают на таких же магнитопроводах, как и в предыдущем варианте, но обмотка содержит на четыре витка больше, так как здесь он работает на НЧ-диапазонах 1,8...10,1 МГц (выше нет смысла использовать вертикальную поляризацию).

Антенна не очень критична к размерам. Сложная коммутация является платой за полноценную работу во всех девяти КВ-диапазонах и возможность оперативно сменить поляризацию (т. е. выиграть в уровне) по конкретному сигналу при использовании всего одной мачты. Вся коммутация и настройка ведутся внизу, помощь требуется только при подъёме мачты.

При креплении растяжек и проводов антенны на столбы по краям участка (забор, навес и т. п.) и закапывании противовесов ниже уровня ландшафтных работ антенна не мешает ничему на участке. И даже украшает его (во всяком случае, на взгляд радиолюбителя).

Правильный вопрос — правильный ответ

Валерий ПАХОМОВ (UA3AO), г. Москва

За годы после распада СССР выросло поколение радиолюбителей, не имевших возможность получить необходимую подготовку для работы в эфире на диапазонах любительской службы, поскольку работа в кружках не велась — дома технического творчества, помещения клубных радиостанций коллективного пользования были перепрофилированы в склады, торговые центры, магазины, офисы...

Они учились как могли, у знакомых радиолюбителей, по урокам, найденным в Интернете, и всякого рода самоучителям.

Тем не менее этого хватало, чтобы сдать экзамены по упрощённым правилам и даже без умения принимать на слух тексты, передаваемые кодом Морзе. И шли они с радостью в эфир с микрофоном и знаниями, приобретёнными понаслышке...

И началось: "Кто на частоте? — Я, ... а кто вам нужен? — Никто. Я делаю QSY. Работайте!".

Вот так! Работать радиолюбителя, видимо, научили, а как делать QSY, научить не успели. А позже уже от другого корреспондента он услышал, что QRT "можно делать"...

Мы, разумеется, имеем представление о профессиональном жаргоне, к которому может быть отнесён и международный жаргон, которым активно пользуются радиолюбители, работающие телеграфом, — CW.

Более того, радиолюбителям, не владеющим языком корреспондента, рекомендуется пользоваться в ходе радиотелефонной связи кодами (Q и Z) и выражениями радиожаргона, произнося их международным фонетическим алфавитом. Это нормально!

А вот когда два разговаривающих радиолюбителя начинают демонстрировать своё знание жаргона в ходе радиосвязи телефоном, то это вызывает вопросы.

— "Ну OK Вась, давай QSY UP и там дам LONG CALL. Я тебя найду, и продолжим QSO. Послушаешь заодно мой новый ЛАЙНЕР".

Причём здесь корабль? Уж если тянет непременно американизировать своё сомнительное владение русским языком, то хоть изредка надо заглядывать в словари.

Но и с применением кодов и жаргона в ходе связей телеграфом дело обстоит не намного лучше. Например, CQ CQ CQ CQ de UA3*** UA3*** AR.

AR — конец передачи. А где же приглашение к передаче тех самых CQ? А приглашение к передаче — это всего одна буква K.

А как, уважаемые телеграфисты, понимать KN, передаваемое в ходе радиосвязи с радиолюбителем, находящимся где-то поблизости? Ведь KN означает "Прошу отвечать только ту радиостанцию, которую вызываю". Ситуация, когда множество радиостанций вызывают одну, известна. Это при работе с редкой удалённой DX-станцией. И только сам DX может дать KN, если ему необходимо обменяться информацией с какой-либо радиостанцией из множества вызывающих. Например, слышите, что DX-станция передаёт UA3AO KN. Смысл этого только один — "Прошу отвечать только UA3AO".

И не пытайтесь своей назойливостью заставить DX-а "сделать QRT"! И что ещё хуже для вашей репутации, услышать сразу десяток LID, IDIOT или ещё что-нибудь с самого дна русского языка.

Именно так медленно HAM превращается в ХАМА. Куда же подевался тот HAM SPIRIT — "дух радиолюбительского сообщества", которым так гордились и чем дорожили отцы-основатели?

А чтобы свести к минимуму вероятность услышать в свой адрес LID, достаточно запомнить следующее — НИКОГДА НЕ ЗОВИТЕ DX-а:

— на частоте радиостанции, которую он вызывает, до тех пор, пока не убедитесь, что связь закончена;

— если сами его ещё не услышали;

— когда он передал KN, AR, CL;

— точно на его частоте;

— если направленный вызов не адресован в ваш район.

Следуйте указаниям DX-а. Например, 15 U (UP) — вызывайте на 15 кГц выше моей частоты или 5 D (DN) — вызывайте на 5 кГц ниже моей частоты.

Ищите и вызывайте DX-а, который вас интересует, но не упорствуйте при передаче CQ DX — серьёзный DX не ответит, а кроме того, это довольно плохая манера некоторых операторов — не перенимайте их неудачный опыт!

Не пытайтесь играть роль добровольного помощника DX-а. Воздерживайтесь от бурного выражения своих эмоций на частоте DX-а в отношении братьев по хобби, работающих пока не очень умело.

Трансивер прямого преобразования со смесителем на двухзатворных полевых транзисторах

Александр ФЕДОТОВ (RV6AT), г. Темрюк Краснодарского края

В статье [1] были предложены смесители на двухзатворных полевых транзисторах для приёмника прямого преобразования. Сегодня в ответ на многочисленные вопросы о применении их в передающих трактах автор предлагает описание простого трансивера прямого преобразования с таким смесителем.

Этот трансивер имеет однополярное питание от гальванической или аккумуляторной батареи и пригоден для работы в диапазонах 80 м и 40 м в полевых условиях. Его можно перестроить и на другие любительские диапазоны вплоть до десятиметрового, необходимо лишь заменить катушки индуктивности и настроить колебательные контуры на частоту в два раза ниже рабочей.

Основные технические характеристики

Диапазоны перестройки, кГц . . . . 3587...3802, 7027...7200
Вид модуляции . . . . SSB
Полоса частот излучаемого сигнала и полоса пропускания приёмника, кГц, не более 4,5
Чувствительность приёмника, мкВ, не хуже 0,5
Пиковая мощность передатчика, Вт 15
Подавление несущей, дБ 50
Подавление нежелательной боковой полосы, дБ 20
Напряжение питания (постоянное), В . . . . 12...15
Потребляемый ток, А, не более:
в режиме приёма 0,2
в режиме передачи 1,4

Схема трансивера изображена на **рис. 1**. В режиме приёма сигнал с антенны WA1 поступает на УРЧ — транзистор VT9, затем на смеситель на полевых транзисторах VT10 и VT11 с

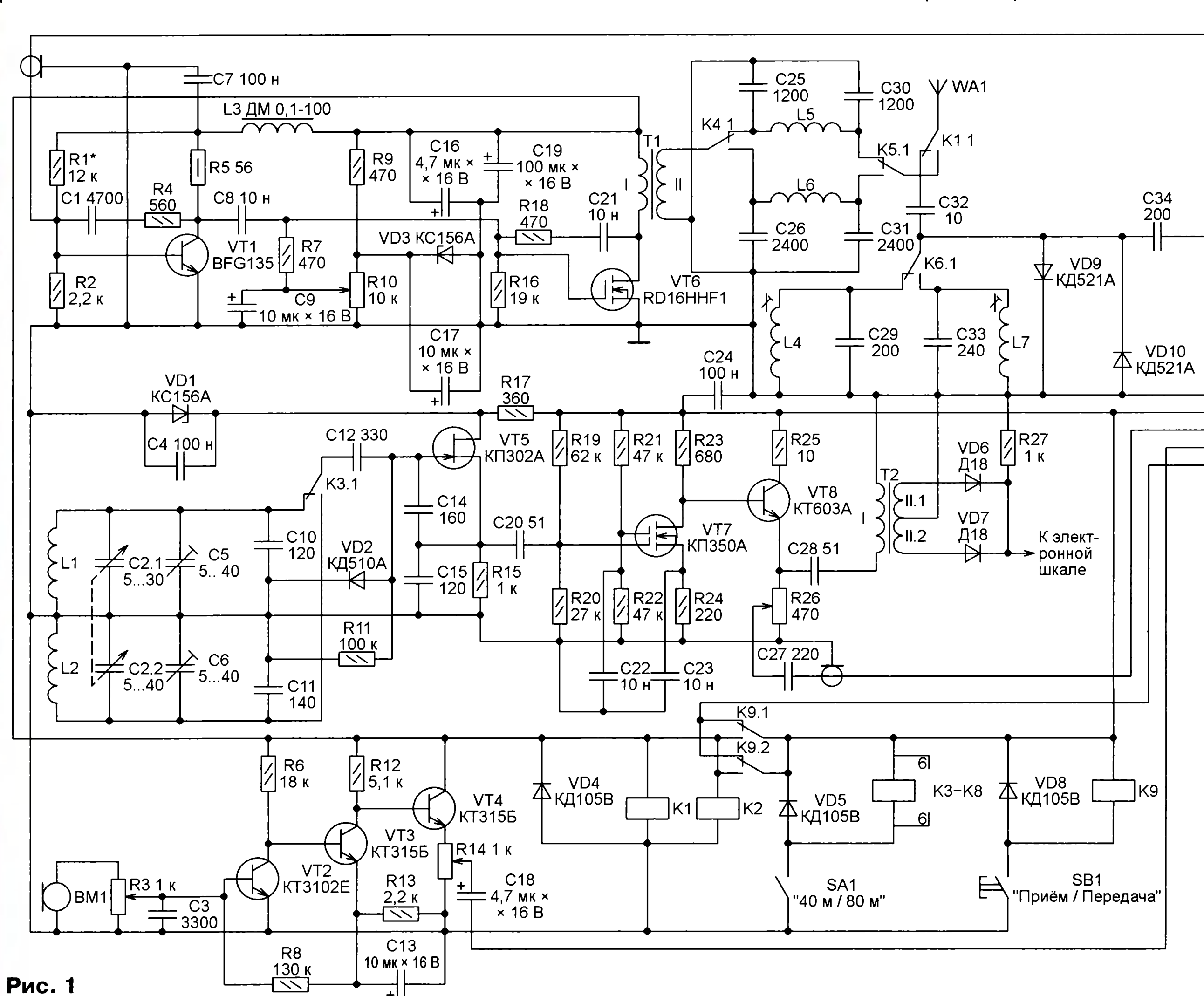


Рис. 1

низкочастотным фазовращателем C52, C53, R49, R50, T5.

***Прим. ред.** Высокочастотный фазовращатель C46R44R45 и реле K8 в представленной автором схеме трансивера отсутствуют. По его заявлению "для упрощения схемы" по сравнению с опубликованной в [1], этот фазовращатель добавлен редакцией, поскольку без него в применённом смесителе формирование однополосного сигнала на передачу и подавление нежелательной боковой полосы на приём принципиально невозможны.*

Далее сигнал поступает на фильтры: пассивный L10L11C55C57C58C60C61 и активный на ОУ микросхемы DA1. УЗЧ — транзистор VT12 и микросхема DA2.

В режиме передачи сигнал с микрофонного усилителя на транзисторах VT2—VT4 через регулятор уровня R14 и ограничитель на диодах VD11 и VD12 поступает на вход формирователя однополосного сигнала, которым служит тот же узел, что выполняет в приёмнике роль смесителя, проходимый сигналом в обратном направлении. С выхода формирователя сигнал поступает на вход двухкаскадного линейного усилителя мощности на транзисторах VT1, VT6. Выход этого усилителя соединён с антенной через ФНЧ C25L5C30 или C26L6C31 (в зависимости от диапазона).

Конденсатор переменной ёмкости C2 изготовлен из сдвоенного ёмкостью 5...240 пФ от транзисторного приёмника "Гиала" или такого же ёмкостью 8...280 пФ от приёмника "Альпинист". В статоре секции C2.1 оставлена одна пластина, а в статоре секции C2.2 — две. Подстроечные конденсаторы C5 и C6 — с воздушным диэлектриком. Конденсатор C16 — оксидно-полупроводниковый алюминиевый K53-14. Остальные конденсаторы и резисторы могут быть любых типов.

Сдвоенный ОУ NE5532 можно заменить на два одиночных К140УД6 или К140УД7. Замена транзистора BFG135 — BLU56 или BFW17A, a RD16HHF1 — RD15HHF1. Реле K1—K8 — РЭС49 исполнения РС4.569.425 или РС4.569.431, реле K9 — РЭС9 исполнения РФО.452.113 или РФО.452.125, две группы контактов которого соединены параллельно.

Намоточные данные катушек и трансформаторов:

L1 — 30 витков провода ПЭЛ диаметром 0,5 мм на керамическом каркасе диаметром 20 мм с пропиткой клеем БФ-2 и последующей термосушкой.

L2 — 50 витков провода ПЭЛ диаметром 0,25 мм на полипропиленовой водопроводной трубе диаметром 20 мм с пропиткой клеем БФ-2 и последующей термосушкой.

L4 и L9 — 24 витка провода ПЭЛ диаметром 0,2 мм на каркасе диаметром 5 мм с ферритовым подстроечником.

L5 — 9 витков провода ПЭЛ диаметром 1 мм без каркаса на оправке диаметром 15 мм, длина намотки — 38 мм.

L6 — 10 витков провода ПЭЛ диаметром 1 мм без каркаса на оправке диаметром 15 мм, длина намотки — 35 мм.

L7 и L8 — 42 витка провода ПЭЛ диаметром 0,2 мм на каркасе диаметром 5 мм с ферритовым подстроечником.

L10 и L11 — по 250 витков провода ПЭЛ диаметром 0,1 мм на кольце K16×8×4 из феррита 2000НН.

T1 — 2 витка (обмотка I) и 6 витков (обмотка II) провода МГТФ-0,5 на ферритовом "бинокле" от старой комнатной телевизионной антенны или на кольце K16×8×4 из феррита 100ВЧ.

T2 и T4 — 12—18 витков сложенного втрое провода ПЭЛ диаметром 0,2 мм на кольце K10×6×4 из феррита 400НМ.

T3 — 16—20 витков сложенного вдвое провода ПЭЛ диаметром 0,2 мм на кольце K10×6×4 из феррита 400НМ.

T5 — выходной трансформатор от УЗЧ карманного радиоприёмника, его обмотка II не используется. Можно намотать 500 витков сложенного вдвое провода ПЭЛ диаметром 0,1 мм на кольце K16×8×4 из феррита 2000НН.

После получасового прогрева уход частоты приёма (передачи) за 5 минут на диапазоне 80 м — 15...20 Гц, на диапазоне 40 м — 30...40 Гц.

Колебательные контуры настраивают по максимуму сигнала в режиме приёма. Оптимальное напряжение гетеродина на входе смесителя 0,8...1 Вэфф (измерено вольтметром ВК7-9).

При налаживании передающей части трансивера коллекторный ток покоя транзистора VT1 установите равным

100 мА, а транзистора VT6 — 350... 400 мА. Если в режиме "Передача" соединить базу транзистора VT2 с базой или эмиттером транзистора VT4 конденсатором ёмкостью 0,01 мкФ, можно получить на выходе микрофонного усилителя тестовый сигнал частотой около 1 кГц.

В удешевлённом варианте трансивера вместо транзистора RD16HHF1 можно установить транзистор IRL510 или IRL520N. При токе покоя 350 мА выходная мощность будет около 10 Вт. При установке транзистора IRF510 мощность понизится до 4...5 Вт.



Рис. 2

Рис. 3


ГПД трансивера должен быть экранирован. Для измерения рабочей частоты совместно с трансивером используется цифровая шкала, приобретённая в Интернет-магазине. Чтобы её показания были правильными, использован удвоитель частоты на трансформаторе T2 и диодах VD6 и VD7.

В качестве ГПД можно применить синтезатор частоты на микросхемах ATtiny85 или ATmega328P и Si5351A [2]. К нему необходимо лишь добавить триггер К131ТК1 для деления выходной частоты на два. Этот вариант почти вдвое уменьшит размеры трансивера.

В изображённом на схеме варианте трансивер работает на нижней боковой полосе. Для работы на верхней боковой полосе пассивный фильтр L10L11C55C57C58C60C61 нужно подключить не к верхнему, а к нижнему выводу обмотки I трансформатора T5. Подавление нерабочей боковой полосы можно улучшить, применив низкочастотный LC-фазовращатель со звеньями второго порядка, схема которого приведена на рис. 9 в [3].

Трансивер собран в корпусе из фанеры толщиной 8 мм, оклеенной пищевой алюминиевой фольгой. Крышка корпуса — пластмассовая, оклеенная такой же фольгой. Передняя и задняя стенки — из листового алюминия. Внешний вид трансивера показан на **рис. 2**, а вид на его монтаж — на **рис. 3**. Экземпляр, изображённый на фотоснимках, отличается от описанного тем, что он дополнен усилителем мощности на двух транзисторах КТ902В. Мощность возросла до 25 Вт. Качество сигнала при передаче корреспонденты оценивают как хорошее.

К сожалению, в применённом в трансивере смесителе транзисторы BF906 работать не стали, хотя в однотранзисторном смесителе, собранном по схеме, изображённой в [1] на рис. 1, такой транзистор работал прекрасно.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Федотов А.** Двухзатворные полевые транзисторы в смесителе приёмника прямого преобразования. — Радио, 2018, № 5, с. 54.

2. Простой синтезатор частоты на микросхеме Si5351 (дисплей JLX1602). — URL: **https://www.rv3yf.com/product-page/%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BA%D0%B8-%D1%81%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B0-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D1%8B-%D0%BD%D0%B0-1-%D0%B4%D0% B8%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%BD-%D0%BD%D0%B0-%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B5-si5351** (14.08.2019).

3. **Поляков В. Т.** Радиолюбителям о технике прямого преобразования. — М.: Патриот, 1990.

Сферробот и танк на Arduino Pro mini

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Эта игрушка-робот (**рис. 1**) имеет дистанционное управление и может выполнять команды по движению (качанию) вперёд—назад, а также совершать повороты вправо и влево. Схема игрушки показана на **рис. 2**. Движение обеспечивают два сервопривода A3 и A4 (SG90, переделанные на постоянное вращение). Управление осуществляют с помощью приложения на смартфоне посредством Bluetooth-канала связи. Глаза робота, они же индикаторы включения питания, — светодиоды HL1 и HL2. Конструкция во многом похожа на устройство, описанное в моей статье [1]. Различие лишь в ходовой части конструкции. Приложение для управления с помощью смартфона оставлено без изменений. Источник питания — один Li-ion аккумулятор типоразмера 18650. Комплектующие элементы (**рис. 3**) приобретены в интернет-магазине. Шар-контейнер из акрила диаметром 120 мм — упаковка от новогоднего подарка.



Рис. 1



Рис. 3

Рис. 2

Изготовление устройства начинают с доработки сервоприводов. Подробно об этом написано в указанной выше статье. Конструкцию основания робота поясняет **рис. 4**. Сервоприводы 2 соединяют

в общий блок с помощью двух пластмассовых пластин 1 и четырёх винтов-саморезов из комплектов сервоприводов. Размеры пластин 1 — 4×15×50 мм. На их боковых поверхностях имеются по два отверстия для крепления приводов 2 и платформы-крышки 5 (по одному отверстию). Верхняя (на рис. 4) пластина 1 имеет дополнительные прорези для пропускания шнуров питания сервоприводов. Сверху блок закрыт крышкой 5 диаметром 100...103 мм. Её можно взять, например, от контейнера для геля. В платформе имеются шесть отверстий для соединительных проводов, два паза под колёса и центральное отверстие для крепления стойки ведомого опорного колеса. Кроме этого, есть отверстие для монтажа выключателя 7. Для крепления аккумулятора 6 использованы две канцелярские резинки 3, сложенные "восьмёркой" и зафиксированные пластиковой стяжкой. С помощью такой же стяжки закреплены излишки соединительных проводов сервоприводов на верхней пластине 1.

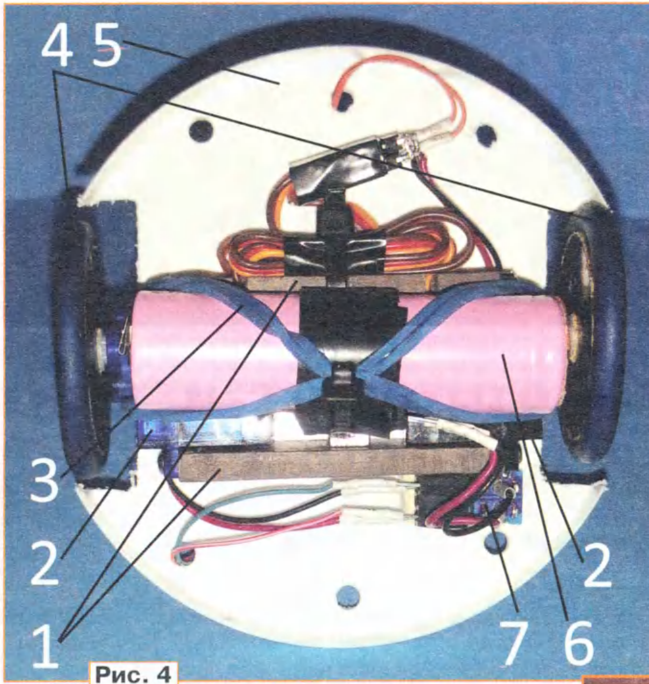


Рис. 4

Колёса 4 — самодельные (**рис. 5**). Для их изготовления (**рис. 6**) используется коронка-сверло 1 и резьбовая шпилька 2. Из листового текстолита или пластмассы толщиной 2 мм коронкой высверливают четыре заготовки 4. Далее, зажав через три шайбы в пакет на шпильке 2, в заготовках делают канавки (углубления) для покрышки 6. Шпильку с пакетом для этого закрепляют в патроне электродрели, и полукруглым надфилем на средних оборотах протачивают канавку. Затем вклеивают между заготовками качалку 3, предварительно откусив лишний пластик. Центральное отверстие на одной из заготовок нужно расточить надфилем до диаметра 7 мм. В итоге получается колесо-шкив 5. Для прочности все склеиваемые поверхности желательно зачистить мелкозернистой наждачной бумагой. Покрышка 6 изготовлена из отрезка резинового шнура-скакалки. Его длина определяется опытным путём по укладке в канавке. Торцы шнура склеивают в кольцо "секундным" клеем. Такая конструкция колеса позволяет роботу двигаться внутри сферы, удерживая покрышки на ободах. Внешний диаметр колеса — 41 мм.

Рис. 5

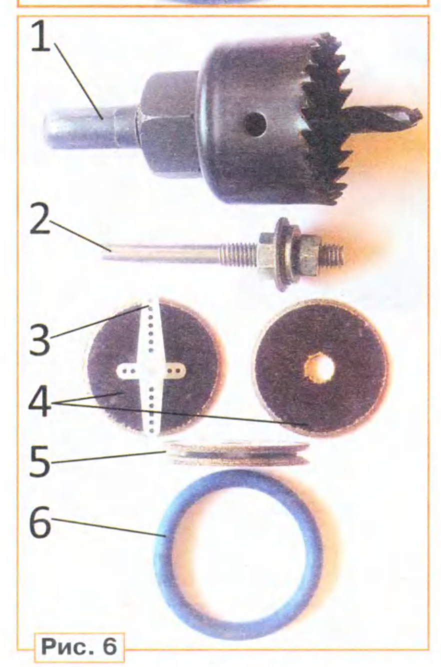


Рис. 6

Конструкцию робота в сборе поясняет **рис. 7**. На верхней стороне платформы монтируют стойку 5 опорного колеса 6 (извлечено из старого принтера и снабжено резиновой покрышкой). Его размер не критичен и может варьироваться в интервале 20...40 мм. Важно предусмотреть регулировку его высоты от поверхности платформы. Автор использовал для этого резьбовую шпильку М4 с комплектом крепления из четырёх гаек и уголок-переходник. Платы модулей А1, А2 крепят на контактных штырях разъёмов. Они, в свою очередь, приклеены к платформе через пластмассовые бруски 3 размерами 5×5×23 мм. Светодиоды 1 припаяны к отрезку фольгированного текстолита размерами 5×50 мм. Этот отрезок с помощью пластмассовой вставки 4 закреплён к уголку стойки 5. Для придания выразительности "глазам" робота на светодиоды надеты резиновые кольца 2 — сантехнические прокладки.



Рис. 7

Для программирования Arduino Pro mini будет полезно предварительно ознакомиться со статьёй [2]. Налаживание устройства сводится к подбору в скетчах значений переменных PR, LE, dPR, dLE. Первые две определяют состояния неподвижности валов сервоприводов в исходном состоянии, вторые — скорость движения робота. В самой конструкции налаживание сводится к регулировке высоты опорного колеса. При слишком большой высоте ведущие колёса не крутятся совсем или вращаются медленно при движении с характерным поскрипыванием корпуса, вплоть до его распада на части. При очень малой высоте шасси робота внутри шара начинает цепляться за стенки и сильно раскачиваться. На большой скорости движения крепление половинок сферы может не выдерживать, тогда придётся дополнительно зафиксировать их между собой с помощью двух полосок прозрачной липкой ленты.

Схема танка (**рис. 8**) несущественно отличается от схемы сферробота. Сервоприводы А3 и А4 обеспечивают движение игрушки в любом направлении по командам, получаемым от смартфона через Bluetooth-модуль А1, светодиод VD1 установлен в "пушке", которая позволяет вести стрельбу по мишеням, конструкция которых приведена в [3]. Управление всеми узлами осуществляет плата А2 (Arduino Pro mini).

Изготовление игрушки удобно начать с конструкции самого танка. Основание танка (**рис. 9**) состоит из нескольких основных элементов. Это — две боковые пластины 2 для крепления ходовой части игрушки, которые соединены резьбовыми шпильками 5 с помощью восьми гаек. Платформа 3 из прозрачного оргстекла предназначена для крепления модулей. Стальную ось 1 фиксируют в основании с помощью резиновых колец 4. На оси 1 размещены ведомые колёса танка. Платформа скреплена с пластинами 2 двумя винтами-саморезами 6. Размеры пластин — 3×20×65 мм, размеры платформы — 2×55×90 мм. Ось 1 — отрезок металлического вала диаметром 7 мм и длиной 95 мм — от старого принтера. Шпильки 5 длиной 47 мм имеют по краям резьбу М3.

В состав ходовой части танка (**рис. 10**) входят сервоприводы 13 (доработанные SG90), ведущие колёса 11, ведомые колёса 10, резиновые гусеницы 12. Сервоприводы переделаны на приводы постоянного вращения. Подробнее об этом написано в [1].

Ведущие и ведомые колёса изготовлены по технологии, подробно изложен-

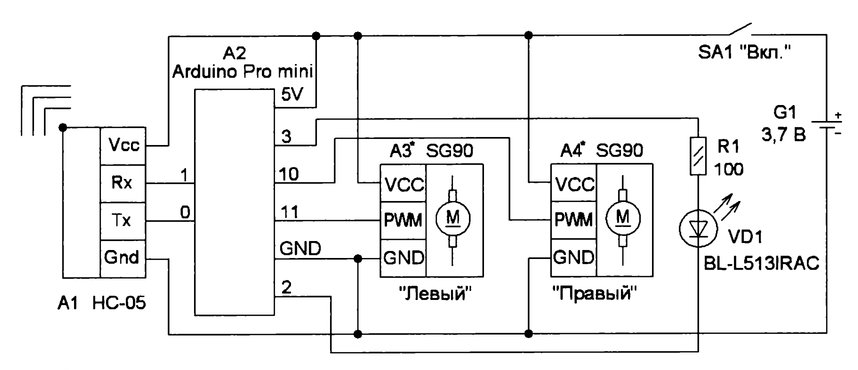


Рис. 8

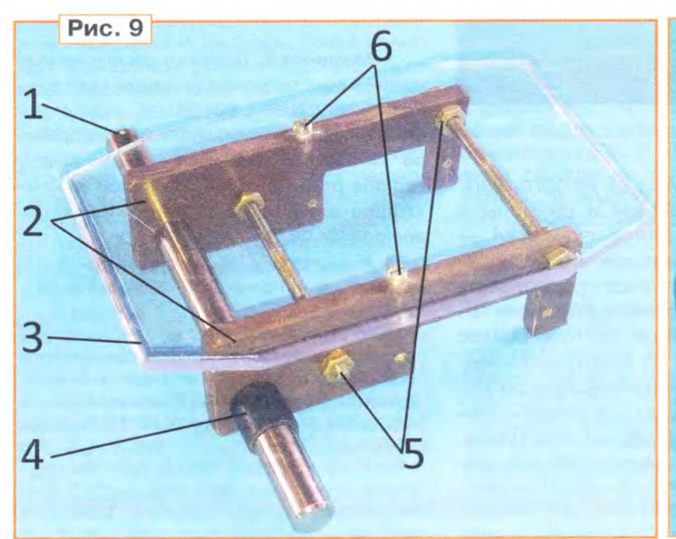


Рис. 9

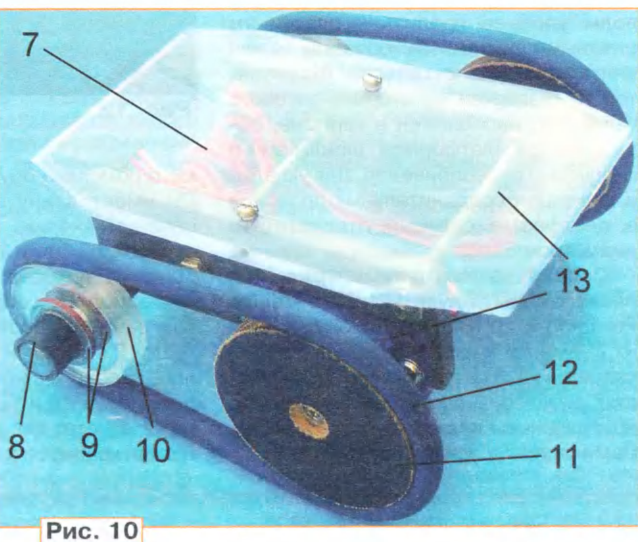


Рис. 10

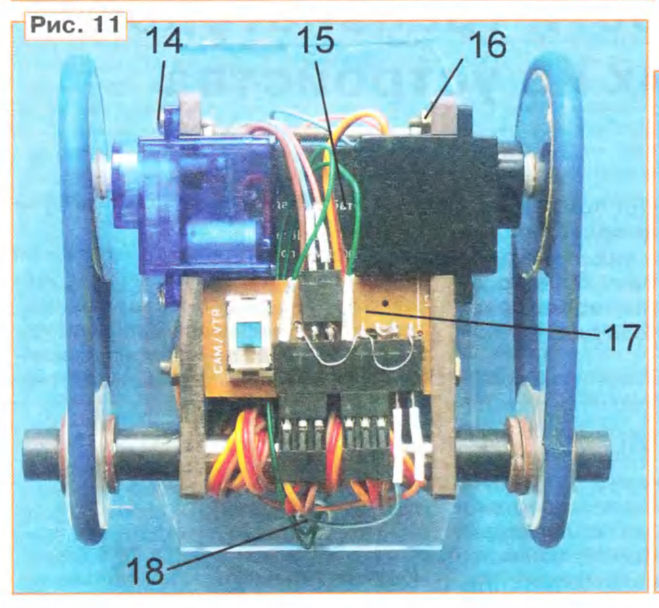


Рис. 11

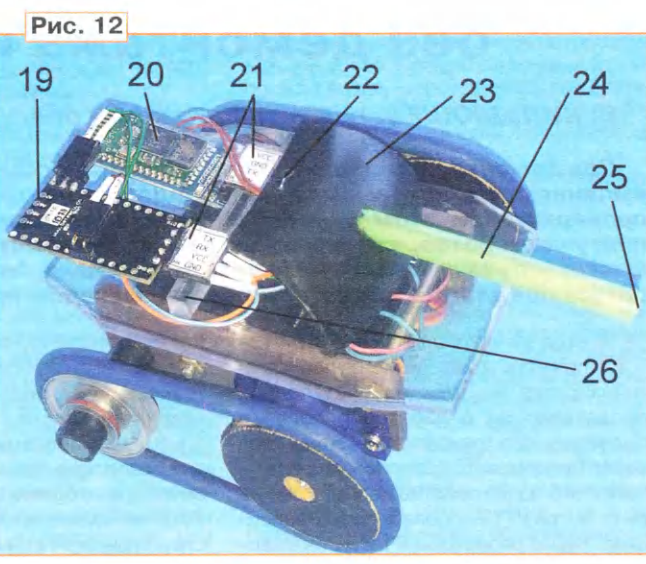


Рис. 12

ной в [1]. Диаметр ведущего колеса — 34 мм, ведомого — 24 мм (они изготовлены из оргстекла толщиной 5 мм), диаметр резинового кольца-гусеницы — около 60 мм, они склеены из отрезка резиновой скакалки секундным клеем. Расстояние между осями пар колёс — 46 мм. Излишки проводов 7 от приводов завиты вокруг стальной оси. Для обеспечения скольжения колеса 10 и его фиксации на оси использованы стальные шайбы 9 и кольцо 8 (отрезок изоляционной трубки).

Вид игрушки снизу показан на **рис. 11**. Там расположена плата 17 (размерами 20×36 мм) с выключателем питания и соединительными разъёмами. Такие размеры выбраны для того, чтобы плата плотно с небольшим усилием входила в проём между боковыми пластинами. Её можно изготовить из фольгированного текстолита или выпилить с имеющимся выключателем из платы, отслужившей свой срок, РЭА, убрав предварительно с поверхности лишние элементы монтажа. Сервоприводы удобнее крепить к пластинам штатными винтами-саморезами 14 или винтами 16 (М2 с гайкой). Аккумулятор 15 (извлечён из старого сотового телефона) расположен в кармане, образованном платформой, шпильками и корпусами сервоприводов. Для укладки и фиксации соединительных проводов в платформе сделано отверстие 18 диаметром 6 мм.

Сверху на платформе (**рис. 12**) расположены модули 19 (плата Arduino Pro mini) и 20 (Bluetooth-модуль). Для их съёмного крепления использованы разъёмы 21. На их боковых поверхностях приклеены бумажные шильдики с обозначением подключаемых выводов. Сами разъёмы прикреплены к платформе с помощью бруска 26 из оргстекла. Он имеет длину 44 мм и размеры в сечении 4×4 мм. Ствол пушки 24 — отрезок трубочки для коктейля длиной 70 мм. Внутри, в торце, расположен светодиод 25, к его выводу припаян токоограничивающий резистор. Щиток пушки 23 выпилен из корпуса сломанного садового светильника. Для фиксации ствола к щитку использована стяжка 22 из отрезка стальной проволоки. Пушка крепится к платформе с помощью стальной шайбы и магнита, извлечённого из блока лазерной головки DVD-привода компьютера. Шайбу приклеивают к платформе, а магнит — к щитку с внутренней стороны. Настройка ходовой части сводится к выставлению люфтов-зазоров между шайбами 9 для свободного вращения колеса 10 и подборке оптимальной длины гусеницы 12.

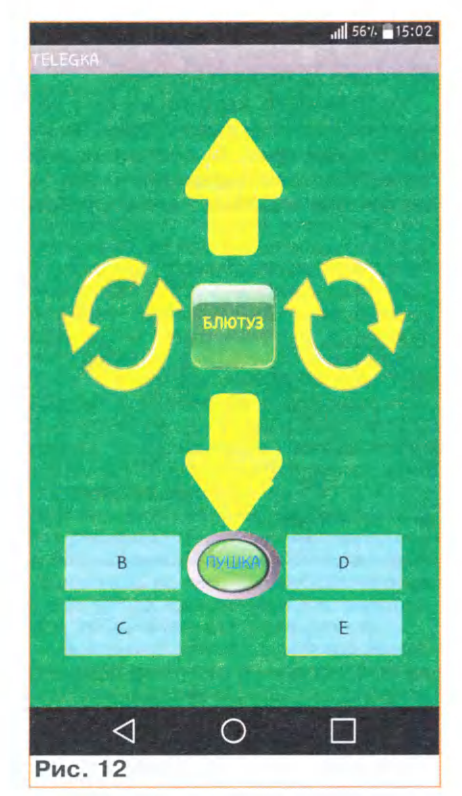


Рис. 12

Приложение для смартфона претерпело несущественные изменения (**рис. 13**). Появились кнопки "B"—"E" для точной настройки состояния покоя сервоприводов. Так, если, например, привод левой гусеницы после включения игрушки медленно разворачивает танк по часовой стрелке, достаточно кратковременно нажать несколько раз на кнопку "C" до его полной остановки. Если танк постепенно откатывается назад, следует использовать кнопки "B" и "D". При нажатии на кнопку "ПУШКА" включается ИК-диод, обеспечивая "выстрел" по мишени.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамичев Д.** Тележка с дистанционным управлением на одном ведущем колесе. — Радио, 2019, № 7, с. 62—64.

2. Знакомство с Arduino Pro mini на примере китайского аналога. — URL: **http://radiolis.pp.ua/arduino/22-znakomstvo-s-arduino-pro-mini-na-primere-kitajskogo-analoga** (04.06.1).

3. **Мамичев Д.** ИК-пушка и мишени для квадропода. — Радио, 2019, № 8, с. 59—62.

__От редакции__. Скетчи для Arduino и видеоролики, иллюстрирующие работу устройств, находятся по адресам ***http://ftp.radio.ru/pub/2019/10/sverrobot.zip*** *и* ***http://ftp.radio.ru/pub/2019/10/tank.zip*** *на нашем сервере.*

Проверка исправности транзисторов без демонтажа их из устройства

__В. КИЛЬДЮШЕВ, г. Жуков Калужской обл.__

При ремонте радиоэлектронных устройств обычно приходится выпаивать из них вызывающие подозрение транзисторы для проверки. При этом неизбежен риск повредить как печатную плату устройства, так и выводы самого транзистора. Однако во многих случаях можно избежать демонтажа, если воспользоваться предлагаемым автором статьи методом проверки.

Метод не позволяет измерить, например, коэффициент передачи транзистора по току, но даёт полное представление о работоспособности проверяемого транзистора. Схема проверки биполярного транзистора без выпайки его из устройства изображена на **рис. 1**, где VT1 — проверяемый транзистор. Через резисторы R1 и R2 на выводы его коллектора и базы нужно подать относительно вывода эмиттера испытательное синусоидальное переменное напряжение около 1 Вэфф (амплитудой 1,5 В). Для проверяемого транзистора оно безопасно. К выводам коллектора и эмиттера подключают осциллограф. Хотя на схеме изображён транзистор структуры n-p-n, он может быть и структуры p-n-p. При этом изменять схему не потребуется.

Частота испытательного напряжения не принципиальна, но слишком увеличивать её не стоит, так как это исказит форму наблюдаемых осциллограмм, особенно при наличии подключённых к выводам проверяемого тран-

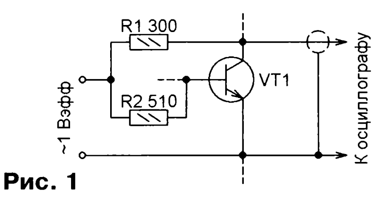


Рис. 1

зистора конденсаторов. Удобно брать испытательный сигнал от сети 50 Гц через понижающий трансформатор и, при необходимости, низкоомный делитель напряжения. Провода к выводам проверяемого транзистора, находящегося в устройстве, на время измерения припаивают или плотно прижимают. Я обычно использую провод МГТФ-0,12.

Номиналы резисторов R1 и R2 зависят от мощности проверяемого транзистора. Те, что указаны на схеме, подходят для транзисторов малой и средней мощности и обеспечивают максимальный ток коллектора около 5 мА. Для проверки транзисторов при меньшем токе их

и далее красная линия отмечает нулевой уровень напряжения, коэффициент отклонения луча по вертикали — 0,5 В/дел., скорость горизонтальной развёртки — 5 мс/дел. Испытывался транзистор КТ940А, установленный в модуле М2-4-1 старого телевизора.

В отрицательных полупериодах испытательного напряжения и на начальных и конечных участках его положительных полупериодов (в интервалах от 0 до приблизительно +0,6 В) транзистор остаётся закрытым, и форма напряжения между его коллектором и эмиттером повторяет форму испытательного напряжения. Когда мгновен-

мы от описанной связаны, как правило, с неисправностью транзистора.

При проверке транзистора структуры p-n-p осциллограмма получается инверсной, относительно рассмотренной, — такой, как показано на **рис. 3** (проверялся транзистор 2Т208К).

Проверять полевые транзисторы с изолированным затвором средней и большой мощности при токе стока около 0,1 А можно по схеме, изображённой на **рис. 4**. Они могут быть как n-канальными, так и p-канальными. Осциллограмма на **рис. 5** получена при проверке n-канального транзистора 2П7160Е. В положительных полупериодах испытательного напряжения он открывается при напряжении затвор—исток более +3 В (это его пороговое напряжение). Падение напряжения на открытом канале сток—исток очень мало. В отрицательных полупериодах

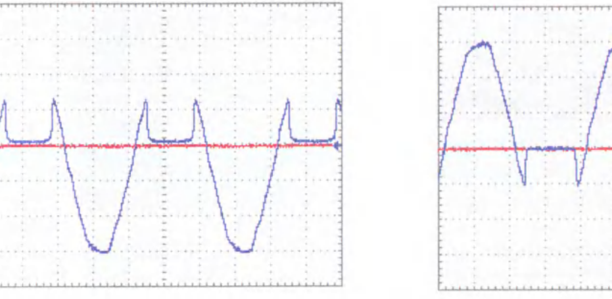


Рис. 2

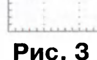


Рис. 3

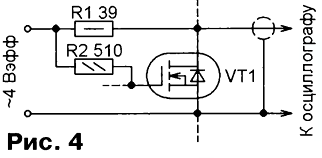


Рис. 4

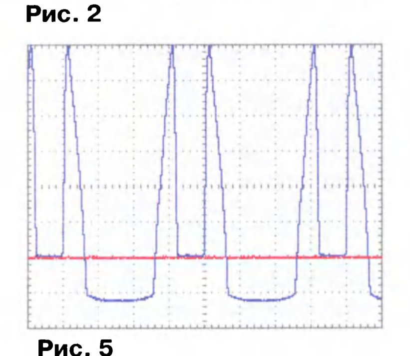


Рис. 5

Рис. 6

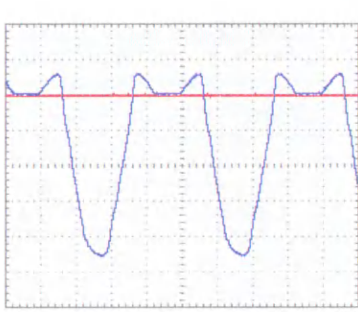


Рис. 7

Рис. 8

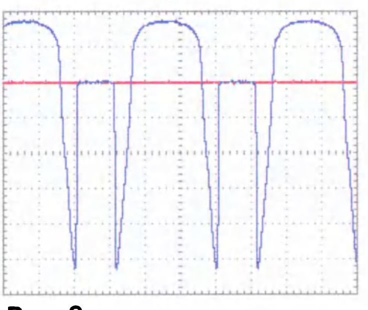


Рис. 9

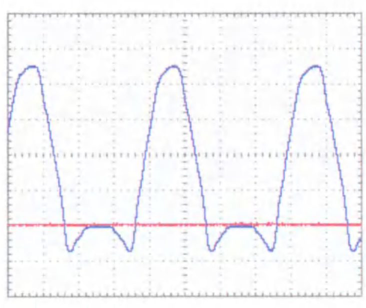


Рис. 10

нужно увеличить, а при большем — уменьшить. Следует также иметь в виду, что для успешной проверки сопротивление резисторов, подключённых к проверяемому транзистору в устройстве, где он установлен, должно быть значительно больше, чем резисторов R1 и R2.

При проверке исправного транзистора структуры n-p-n осциллограмма напряжения между его коллектором и эмиттером имеет вид, подобный показанному на **рис. 2** (синяя линия). Здесь

ное значение испытательного напряжения превышает +0,6 В, транзистор открывается, в результате чего напряжение между его коллектором и эмиттером быстро снижается за счёт падения на резисторе R1. Далее транзистор переходит в состояние насыщения с близким к нулю напряжением коллектор—эмиттер (плоский участок осциллограммы), из которого выходит при понижении мгновенного значения испытательного напряжения. Те или иные отклонения формы осциллограм-

канал закрыт, но открыт защитный диод транзистора, ограничивающий напряжение между выводами его стока и истока до −0,65 В. Увеличив коэффициент отклонения по вертикали до 20 мВ/дел., можно оценить падение напряжения на открытом канале сток—исток (**рис. 6**). Здесь уже виден собственный шум осциллографа.

На **рис. 7** — осциллограмма напряжения сток—исток того же транзистора в инверсном включении (выводы стока и истока поменяны местами), приме-

няемом, например, в синхронных выпрямителях. Здесь напряжение положительного полупериода синусоиды, ограниченное до 0,3 В защитным диодом транзистора, уменьшается почти до нуля при открывании канала исток—сток. В отрицательных полупериодах испытательного напряжения и сам транзистор, и его защитный диод при таком включении закрыты, поэтому эти полупериоды испытательного сигнала регистрируются полностью.

Рис. 8 — осциллограмма, полученная при проверке n-канального полевого транзистора IRFP064N. Он открывается и закрывается при напряжении затвор—исток 3,4 В, провалы при полностью открытом канале — до 0,05 В, падение напряжения на открытом защитном диоде — −0,6 В. На **рис. 9** изображена осциллограмма, полученная при проверке p-канального полевого транзистора КП785А, на **рис. 10** — того же транзистора в инверсном включении.

Описанный метод проверки транзисторов без демонтажа из устройства не применим, если в этом устройстве между выводами проверяемого транзистора или между этими выводами и общим проводом либо выходом источника питания имеются элементы (резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности) с недостаточно большим по сравнению с сопротивлением резисторов R1 и R2 активным или реактивным (на частоте испытательного сигнала) сопротивлением.

Пробник для проверки светодиодов... и не только

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Не секрет, что радиолюбители в своих конструкциях зачастую применяют радиоэлементы не только приобретённые в магазине или по Интернету, но и полученные в результате разборки различной радиоэлектронной аппаратуры. В связи с этим возникает проблема проверки исправности этих радиоэлементов и их идентификации хотя бы по принципу функционального назначения. Это относится и к светодиодам, излучающим ИК-диодам, стабилитронам и т. п. Например, светодиод в белом прозрачном корпусе может быть любого цвета свечения, в том числе мигающим, а также оказаться излучающим ИК-диодом или фотодиодом. Светодиоды для поверхностного монтажа, применяемые в осветительных лампах или лентах, могут содержать несколько последовательно соединённых кристаллов. В этом случае их номинальное напряжение может превышать 10 В и даже 20 В.

Частично решить такие задачи можно с помощью цифрового мультиметра, работающего в режиме прозвонки или омметра. Но лучшие результаты можно получить, используя пробник, описание которого приводится ниже. С его помощью можно проверить, рассортировать или подобрать близкие по параметрам светодиоды и другие полупроводниковые радиоэлементы. Можно проверить как светодиоды с проволочными выводами, так и в корпусе для поверхностного монтажа. Этот пробник можно использовать и для проверки обычных выпрямительных или импульсных диодов и стабилитронов, а также других приборов на основе p-n переходов, например, транзисторов, фотодиодов и т. д.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Оно содержит стабилизатор тока на полевом транзисторе. Значение тока задают резисторы R2—R5. Выводные элементы подключают к гнёздам XS2.1 и XS2.2, а бескорпусные — к контактам XT1—XT10 на печатной плате. В зависимости от того, к каким контактам подключён проверяемый элемент, ток будет протекать через один или несколько токозадающих резисторов и будет стабильным при изменении напряжения питания. Светодиод HL1 служит для индикации протекания тока через проверяемый элемент. Напряжение на этом элементе можно проконтролировать, подключив к гнёздам XS3 и XS4 вольтметр. Он должен быть с входным сопротивлением не менее 1 МОм.

Питается пробник от внешнего блока питания, который удобно использовать в лабораторных условиях. Пробник рассчитан и на автономное питание, для этого применена батарея LR23A напряжением 12 В (типоразмер 2/3 ААА). При подключении внешнего источника питания батарея отключается. Без подключённых проверяемых элементов устройство не потребляет тока, поэтому выключателя питания нет.

При подключении проверяемого светодиода к гнёздам "10 мА" ток будет протекать напрямую через транзистор, и его значение определяется его начальным током. При подключении к гнёздам "0,1 мА" ток будет протекать через все токозадающие резисторы. Если через проверяемый элемент потечёт ток, на полевом транзисторе по-

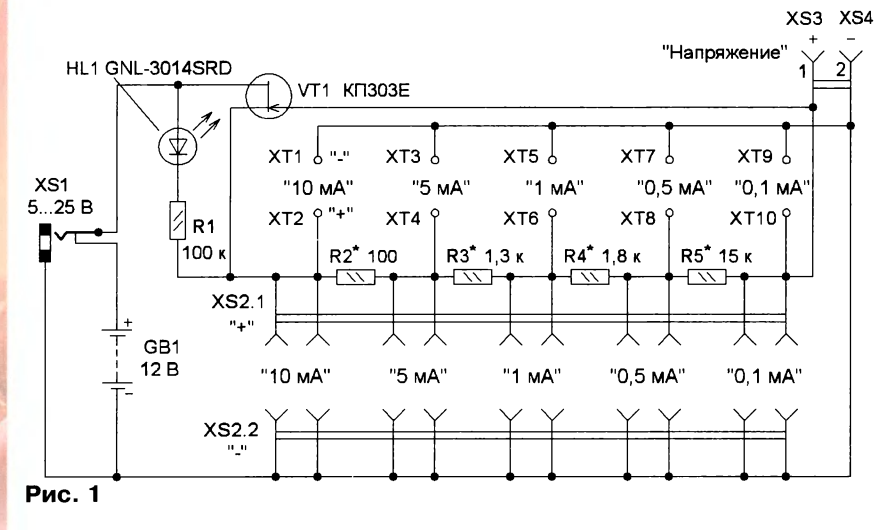


Рис. 1

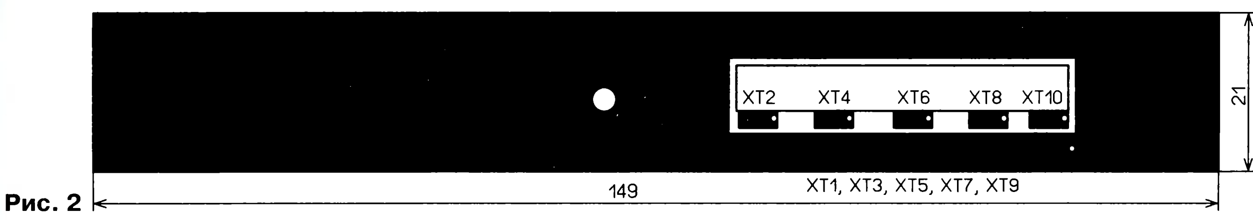


Рис. 2

явится напряжение и включится светодиод HL1, сигнализируя об этом.

Применены резисторы МЛТ, С2-23, Р1-4. Светодиод должен быть обязательно сверхъярким красного свечения, поскольку у него меньше номинальное напряжение. Можно применить полевой транзистор КП303Е, КП302В, КП307Б и аналогичный с начальным током стока 10...20 мА. Если окажется, что начальный ток стока имеющегося транзистора не превышает 10 мА, предел измерения "10 мА" можно исключить и сделать другой, с меньшим значением. Для батареи гальванических элементов применён держатель. Гнездо XS1 можно применить любое подходящее, гнёзда XS3 и XS4 должны быть рассчитаны на подключение щупов вольтметра. Гнездо XS2 — двухрядное многоконтактное. В авторском варианте применено гнездо PBD-36 (DS1023-2×18), но подойдёт и другое двухрядное, с гнёздами, удобными для подключения выводов контролируемых элементов. Выводы одного ряда соединяют между собой и минусовой линией питания. Часть контактов второго ряда образуют гнёзда от "10 мА" до "0,1 мА". Часть гнёзд второго ряда между ними заглушены термоклеем, чтобы упростить их идентификацию.

В качестве корпуса устройства был применён пластмассовый контейнер размерами 15×21×149 мм от авторучки. Сверху на крышку контейнера приклеена односторонняя печатная плата, на которой сформированы контакты XT1—XT10. Чертёж платы показан на **рис. 2**. Чётные контакты образованы отдельными контактными площадками, нечётные образуют сплошную печатную площадку. В плате сделаны прямоугольное отверстие для гнезда XS2, круглое отверстие диаметром 3 мм для светодиода HL1 и переходные отверстия для подключения контактов XT1—XT10.

Применён навесной монтаж, и большинство элементов смонтированы на выводах гнёзд XS1—XS4, светодиода HL1 и держателя батареи. Все элементы внутри корпуса закреплены с помощью термоклея. Внешний вид устройства показан на **рис. 3**.

Налаживание сводится к установке требуемых значений тока подборкой резисторов R2—R5. Эти значения могут быть, конечно, любыми в пределах начального тока транзистора. Начинают налаживание с подборки резистора R2, а затем подбирают остальные. Для повышения удобства токозадающие резисторы могут быть маломощными построечными, например СП3-19.

При проверке диодов и p-n переходов транзисторов, если они исправны, индикаторный светодиод HL1 будет светить, если анод или соответствующий вывод транзистора подключён к контактам "+", а катод — к контактам "–". При проверке стабилитронов можно определить назначение их выводов и оценить внутреннее сопротивление, измерив напряжение на них при разном токе. Излучающий ИК-диод можно определить по значению прямого напряжения, обычно оно находится в интервале 1...1,2 В.

При проверке светодиода его свечение должно сопровождаться свечением индикаторного светодиода HL1. Если одновременно подключить параллельно два однотипных светодиода, по яркости их свечения можно судить об идентичности их параметров.

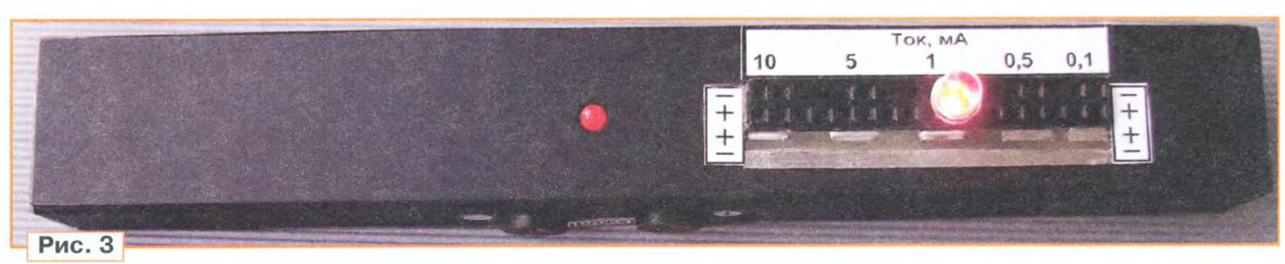


Рис. 3

Фотодиод можно проверить следующим образом. Его надо подключить к гнёздам пробника с наименьшим током и в противоположной полярности, т. е. на анод подать минусовое напряжение. Контролируя напряжение на нём, следует осветить его сильным источником света и затем затенить. У фотодиода эти два напряжения должны существенно отличаться друг от друга.

Конечно, возможности предложенного устройства упомянутыми типами радиоэлементов не ограничиваются.

***От редакции**. Чертёж печатной платы в формате Sprint-Layout имеется по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/10/probnik.zip** на нашем FTP-сервере.*

Викторина "Микроконтроллеры и контактные датчики"

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

Контактный датчик — это собирательный термин, который относится к большому классу устройств, содержащих электрические контакты, замыкающиеся и размыкающиеся под механическим или другим воздействием. К ним относят кнопки, переключатели, герконы, контакты реле, джойстики, клавиатуры, съёмные перемычки, энкодеры. В простейшем случае подвижный контакт под действием внешней силы замыкается и размыкается с единственным неподвижным. В более сложных случаях неподвижных контактов несколько, и подвижный контакт замыкается с ними поочерёдно или в произвольном порядке (примером может служить игровой джойстик). Иногда бывают реализованы очень сложные схемы переключения.

В программном плане опрос состояния контактных датчиков производится через дискретные (цифровые) или аналоговые входы микроконтроллера. Дискретный вход различает лишь два уровня напряжения — логически высокий и логически низкий. Аналоговый вход позволяет различать большое число уровней напряжения, каждый из которых может соответствовать своей нажатой кнопке или их комбинации.

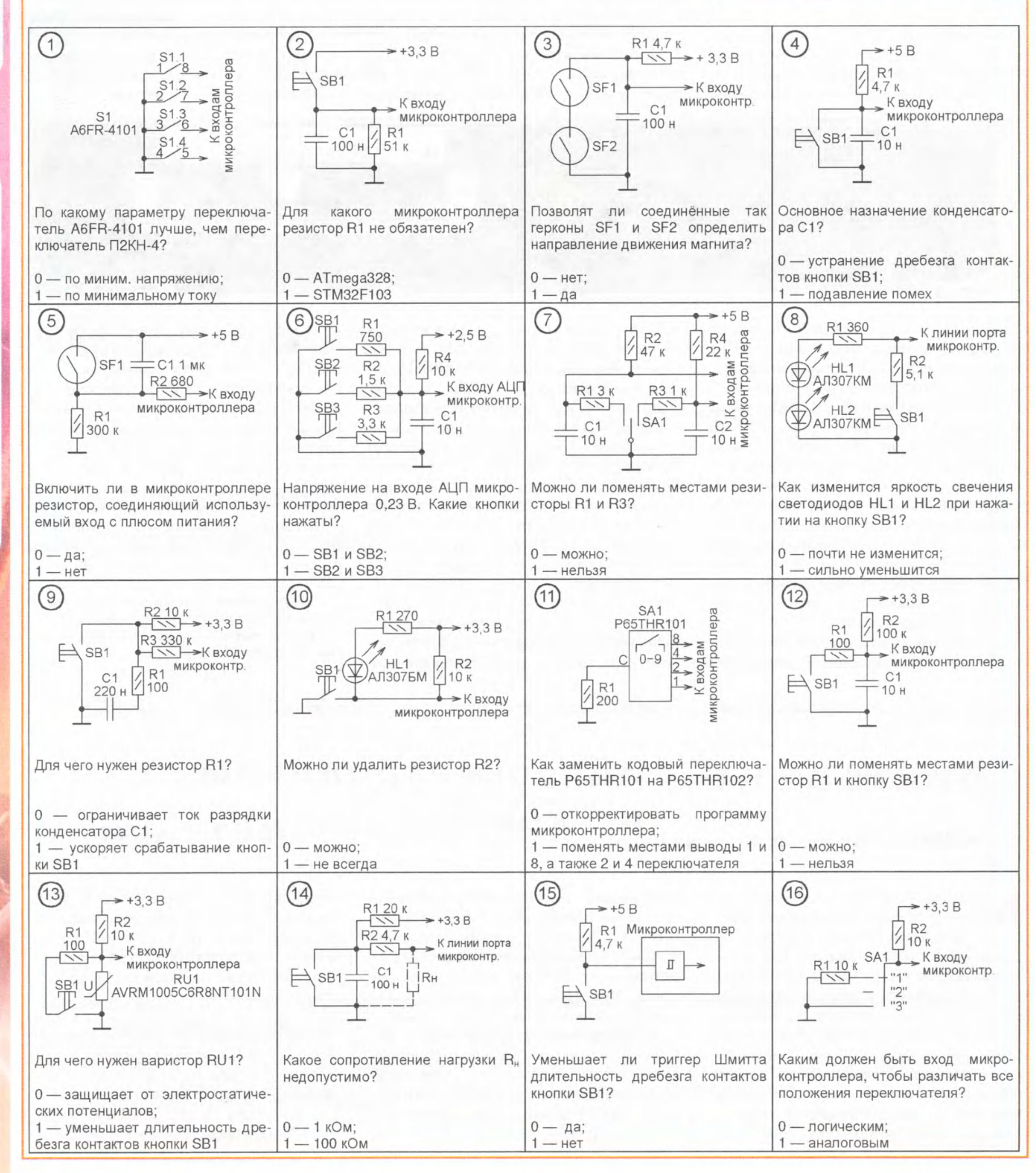
К важным характеристикам контактных датчиков относят максимально и минимально допустимые значения тока через замкнутые контакты, максимальное напряжение между разомкнутыми контактами, электрическое сопротивление замкнутых кон-

тактов, сопротивление изоляции между разомкнутыми контактами, длительность перехода контактов из одного состояния в другое под внешним воздействием, длительность так называемого дребезга, когда контакты многократно хаотически изменяют своё состояние прежде, чем окончательно занять одно из возможных положений.

Заметим, что викторина посвящена только тем контактным датчикам, которые служат средствами управления работой программы микроконтроллера либо ввода в него информации для обработки. Те, которые коммутируют питающее напряжение, здесь не рассматриваются.

Вопросы в **таблице** проиллюстрированы схемами. На каждый из них следует выбрать ответ 0 или 1 и записать их в порядке номеров вопросов слева направо. Если перевести полученное 16-разрядное двоичное число в десятичную систему счисления, должно получиться 56385, если, конечно, все ответы верны.

***От редакции**. Правильные ответы и пояснения к ним будут даны в следующем номере журнала.*



1. По какому параметру переключатель A6FR-4101 лучше, чем переключатель П2КН-4?
   0 — по миним. напряжению;
   1 — по минимальному току

2. Для какого микроконтроллера резистор R1 не обязателен?
   0 — ATmega328;
   1 — STM32F103

3. Позволят ли соединённые так герконы SF1 и SF2 определить направление движения магнита?
   0 — нет;
   1 — да

4. Основное назначение конденсатора C1?
   0 — устранение дребезга контактов кнопки SB1;
   1 — подавление помех

5. Включить ли в микроконтроллере резистор, соединяющий используемый вход с плюсом питания?
   0 — да;
   1 — нет

6. Напряжение на входе АЦП микроконтроллера 0,23 В. Какие кнопки нажаты?
   0 — SB1 и SB2;
   1 — SB2 и SB3

7. Можно ли поменять местами резисторы R1 и R3?
   0 — можно;
   1 — нельзя

8. Как изменится яркость свечения светодиодов HL1 и HL2 при нажатии на кнопку SB1?
   0 — почти не изменится;
   1 — сильно уменьшится

9. Для чего нужен резистор R1?
   0 — ограничивает ток разрядки конденсатора C1;
   1 — ускоряет срабатывание кнопки SB1

10. Можно ли удалить резистор R2?
    0 — можно;
    1 — не всегда

11. Как заменить кодовый переключатель P65THR101 на P65THR102?
    0 — откорректировать программу микроконтроллера;
    1 — поменять местами выводы 1 и 8, а также 2 и 4 переключателя

12. Можно ли поменять местами резистор R1 и кнопку SB1?
    0 — можно;
    1 — нельзя

13. Для чего нужен варистор RU1?
    0 — защищает от электростатических потенциалов;
    1 — уменьшает длительность дребезга контактов кнопки SB1

14. Какое сопротивление нагрузки $R_н$ недопустимо?
    0 — 1 кОм;
    1 — 100 кОм

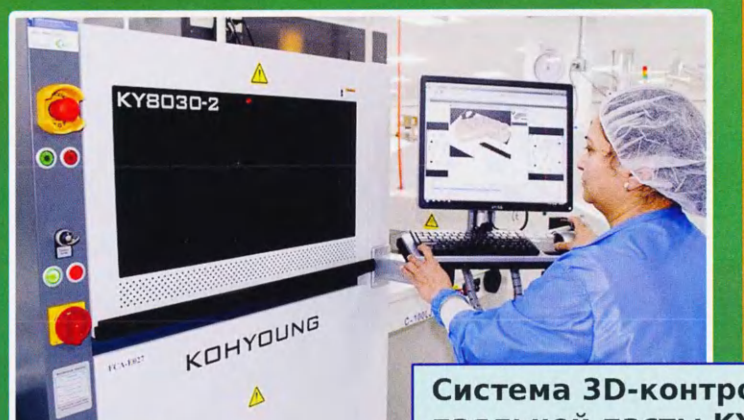
15. Уменьшает ли триггер Шмитта длительность дребезга контактов кнопки SB1?
    0 — да;
    1 — нет

16. Каким должен быть вход микроконтроллера, чтобы различать все положения переключателя?
    0 — логическим;
    1 — аналоговым

Производство радиоэлектронной аппаратуры и бытовой техники в России.

История корпорации LG и производство продуктов компании на заводе "ЛГ Электроникс Рус"

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог Ростовской обл.



Система 3D-контроля нанесения паяльной пасты KY8030-2 компании Koh Young Technology.

Рис. 6

"Роботы-отвёртки".

Ручные операции по сборке ЖК-телевизоров.

Конвейер по сборке ЖК-телевизоров.

Рис. 7



Получатель ЗАО «Журнал «Радио»
ИНН 7708023424, р/с 40702810438090103159,
ПАО Сбербанк г. Москва,
К/с 30101810400000000225,
БИК 044525225, КПП 770801001

Цена одного номера журнала 2020 г. (с 1-го по 6-й номер) при покупке в редакции — 300 руб.

Стоимость полугодовой подписки с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 2300 руб., для индивидуальных подписчиков из стран зарубежья — 3000 руб.

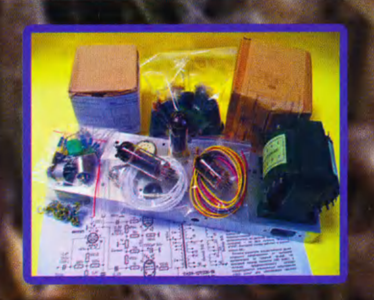
Стоимость для юридических лиц России — 2340 руб., для юридических лиц из стран зарубежья — 3120 руб.

Стоимость подписки с адресной рассылкой для жителей дальнего зарубежья на полугодие — 50 USD, на год — 100 USD.

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			В Россию	В остальные страны
2013	1—12	50 руб.	110 руб.	240 руб.
2014	1—12	70 руб.	130 руб.	260 руб.
2015	1—12	90 руб.	150 руб.	280 руб.
2016	1—12	150 руб.	220 руб.	320 руб.
2017	1—6	185 руб.	255 руб.	355 руб.
2017	7—12	200 руб.	285 руб.	385 руб.
2018	1—6	220 руб.	310 руб.	415 руб.
2018	7—12	240 руб.	330 руб.	440 руб.
2019	1—6	260 руб.	350 руб.	460 руб.
2019	7—12	280 руб.	370 руб.	480 руб.
2020	1—6	300 руб.	390 руб.	500 руб.

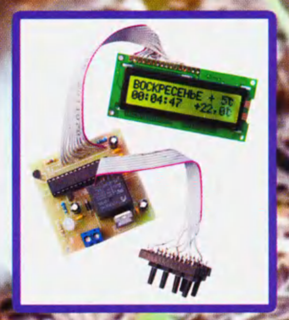
На бланке напишите, за какие журналы или наборы Вы переводите деньги и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим Вам журналы или наборы. При переводе денег почтовым переводом может понадобиться почтовый индекс банка 101000. Наложенным платежом редакция журналы и наборы не высылает!

НАБОРЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"

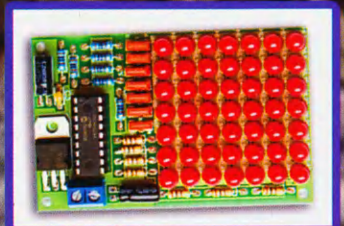


"Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П"

"USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910"



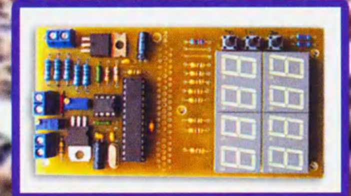
"Программируемый термостат"



"Автомат световых эффектов на микроконтроллере"



"Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676"



"Цифровое устройство защиты с функцией измерения"

https://kits.radio.ru